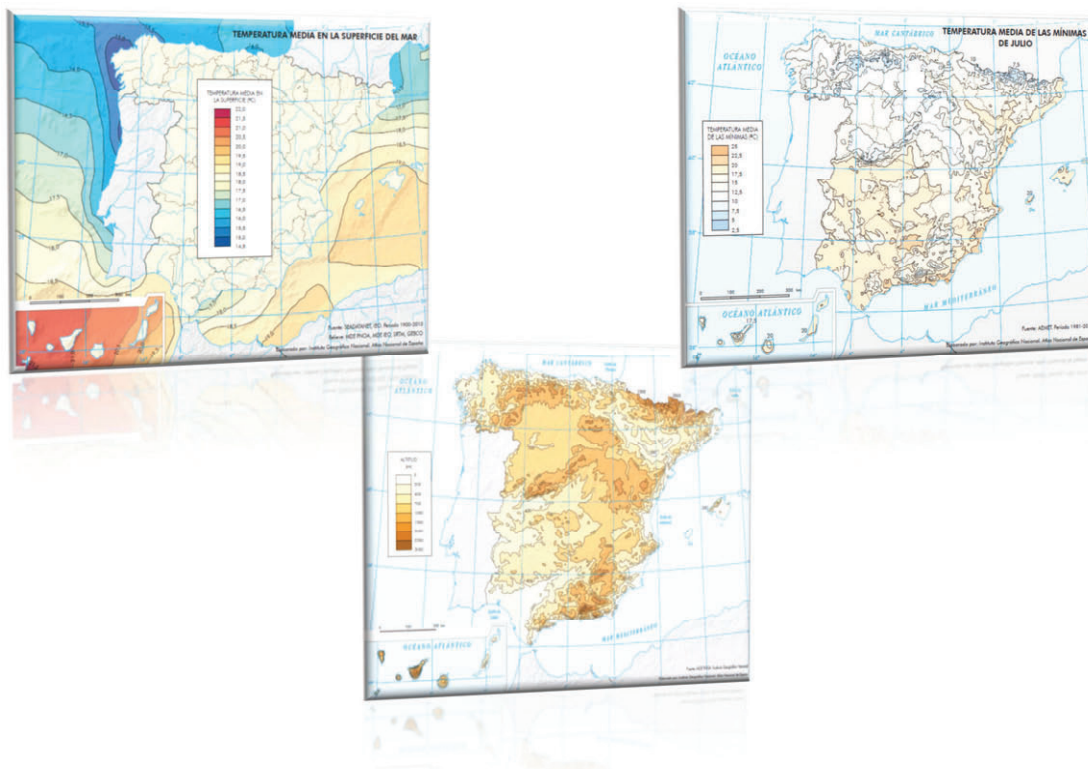


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE MÁSTER EN INGENIERÍA GEODÉSICA Y CARTOGRAFÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**AUTOMATIZACIÓN DE LA CREACIÓN DE MAPAS DE
ISOCOROPLETAS A PARTIR DE INFORMACIÓN RÁSTER EN EL
ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA**



Madrid, Junio, 2017

Alumna: Clara Martínez de Ibárreta Soriano

Tutora: Teresa Iturrioz Aguirre
Cotutora: Noelia Pérez Mayoral

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1. EL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA.....	3
2.2. EVOLUCIÓN DEL PROYECTO DEL ATLAS NACIONAL	4
2.3. PROCESOS EN EL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA (ANE).....	7
2.4. MAPAS DE ISOLÍNEAS E ISOCOROPLETAS.....	9
2.5. MODEL BUILDER EN ARCGIS	11
3. OBJETIVOS	15
4. DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	17
4.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	17
4.2. ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	17
5. METODOLOGÍA	19
5.1. DEFINICIÓN DE LOS MAPAS DE PRUEBA	19
5.2. DISEÑO PRELIMINAR DEL PROCESO	20
5.3. EXPLORACIÓN DE HERRAMIENTAS Y FLUJO DE TRABAJO	22
5.3.1 Generalización del ráster y obtención de isolíneas	22
5.3.2 Generación de superficies entre espacios interlineales	28
5.3.3 Traspaso de atributos lineales a los polígonos.....	33
5.3.4 Limpieza de las capas.....	37

5.3.5 Integración de la capa lineal y superficial	40
5.3.5 Flujo de trabajo final	42
5.4. CREACIÓN DE PARÁMETROS EN LA FC	43
5.4.1 Extracción de atributos desde otro atributo	43
5.4.2 Estructura interna de las capas: otros atributos	46
5.4.3 Nomenclatura de las capas	47
5.5. IMPLEMENTACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO	48
5.5.1 Creación del modelo	48
5.5.2 Creación de la ayuda y el manual de la herramienta	52
6. PRODUCCIÓN DE MAPAS EMPLEANDO EL MODELO	55
6.1. SELECCIÓN DE MAPAS A PRODUCIR	55
6.2. APLICACIÓN DEL MODELO	57
6.3. CLASIFICACIÓN DE FALLOS PRODUCIDOS EN LAS CAPAS	59
6.4. PROCESO DE EDICIÓN	60
6.5. TABLAS DE COLOR	62
6.6. ROTULACIÓN Y MÁSCARAS	64
6.7. COMPOSICIÓN DEL MAPA	67
6.8. RESULTADOS FINALES	68
6.9. APLICACIÓN A OTROS MAPAS DEL ANE	70
7. CONTROL DE CALIDAD	73
7.1. REVISIÓN VISUAL SOBRE PAPEL	73
7.2. REVISIÓN INTERNA DIGITAL	75
8. CONCLUSIONES	77
9. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	79
9.1. LIBROS	79

9.2. COMUNICACIONES, ARTÍCULOS Y PONENCIAS.....	79
9.3. ENLACES WEB.....	80
ANEXO I: MAPAS.....	83
1. SERIE CLIMATOLOGÍA.....	83
2. SERIE DE SALINIDAD Y TEMPERATURA DEL MAR.....	85
3. MAPA DE ALTITUD.....	87
4. CAPÍTULO DE CLIMA Y AGUA DEL COMPENDIO	89
ANEXO II: PROCEDIMIENTOS INTERNOS DEL ANE	91
1. FICHERO DE ESPECIFICACIONES	91
2. FICHERO DE PROCESOS	93
3. FICHEROS DE CONTROL DE CALIDAD	95
ANEXO III: PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO.....	97
1. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO.....	97
2. PAUTA TEMPORAL DEL PROYECTO	98
ANEXO IV: PRESUPUESTO.....	101
1. RECURSOS MATERIALES	102
2. INSTALACIONES.....	102
3. PRECIO UNITARIO DE LOS RECURSOS EMPLEADOS	103
4. PRESUPUESTO TOTAL	104

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 1: Secciones y temas del Atlas Nacional de España 1986-2008.</i>	5
<i>Fig. 2: Secciones, temas y subtemas del Atlas Nacional del siglo XXI.</i>	7
<i>Fig. 3: Mapas climáticos del Atlas Nacional creados con procedimientos anteriores al propuesto en este TFM.</i>	8
<i>Fig. 4: Ejemplo de mapa de isolíneas sobre situación atmosférica. Fuente de los datos: AEMET, IGN.</i>	10
<i>Fig. 5: Ejemplo de mapa de isocoropletas creado durante la asignatura de Cartografía Temática. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Meteorología.</i>	11
<i>Fig. 6: Representación del flujo de trabajo en Model Builder de ArcGIS: Capa de entrada (azul oscuro), herramienta aplicada (amarillo), parámetros de la herramienta (azul claro) y capas de salida (verde).</i>	13
<i>Fig. 7: Esquema inicial del flujo de trabajo a realizar.</i>	21
<i>Fig. 8: Ráster de temperatura media anual. Fuente: AEMET.</i>	22
<i>Fig. 9: A la izquierda, ráster original y ráster generalizado 5 celdas, a la derecha. Imagen presentada a escala 1:800.000.</i>	23
<i>Fig. 10: Ráster generalizado con radio de 5 celdas como vecinos y haciendo media.</i>	24
<i>Fig. 11: Parámetros de entrada para Focal Statistics.</i>	25
<i>Fig. 12: Creación de isotermas desde ráster generalizado.</i>	25
<i>Fig. 13: Detalle de las isotermas del ráster original (imagen superior), desde Focal Statistics circle 1 Mean (imagen central) y desde Focal Statistics circle 5 Mean (imagen inferior).</i>	26
<i>Fig. 14: Comparación de isotermas en la península desde ráster original (azul) con generalización de radio 3 celdas (rosa).</i>	27
<i>Fig. 15: Tabla de atributos de la capa lineal.</i>	27
<i>Fig. 16: Parámetros para la figura envolvente de las curvas.</i>	29
<i>Fig. 17: La figura superior (amarilla) es la capa que contiene el contorno y los polígonos creados. Esta capa (amarillo) se convierte en la capa de combinación de líneas y polígonos que, además, elimina el polígono envolvente (verde).</i>	30
<i>Fig. 18: Parámetros de la herramienta Polygon to Raster.</i>	31
<i>Fig. 19: Parámetros de la orden Expand que actúa sobre la capa ráster.</i>	31
<i>Fig. 20: Isolíneas originales (rojo) y polígonos agregados según los parámetros establecidos (morado).</i>	32

Fig. 21: Unión espacial de capas lineal y superficial.....	34
Fig. 22: Aproximación automática al aspecto final buscado y tabla de atributos asociada.	35
Fig. 23: Codificación de la lista de valores en la reclasificación del ráster.	36
Fig. 24: Las áreas pequeñas, como las macadas en la imagen, deben ser limpiadas para obtener un buen resultado final.	37
Fig. 25: Algoritmo de simplificación de líneas POINT_REMOVE.	38
Fig. 26: En azul línea original y en rojo línea simplificada con el algoritmo POINT_REMOVE. Figura visualizada a escala 1:400.000.	38
Fig. 27: Aspecto general del mapa de isolíneas tras limpieza de líneas y áreas.	39
Fig. 28: Capa de isolíneas y capa de polígonos antes de la aplicación de la herramienta Integrate.	40
Fig. 29: Resultado de la unión de capas mediante la herramienta Integrate.	41
Fig. 30: Esquema de trabajo aplicando las herramientas de ArcGIS.	43
Fig. 31: Tabla de atributos asociada a la capa de polígonos resultante de la integración.	44
Fig. 32: Cálculo del atributo “val_inf”.	44
Fig. 33: Cálculo del atributo “interv”.	45
Fig. 34: Tabla de atributos de polígonos tras la creación de “val_inf”, “val_sup” e “interv”.	45
Fig. 35: Creación de atributos “fecha_alta” y “fecha_baja”.	46
Fig. 36: Atributo rotulo y disposición en la ventana de mapa de ArcMap visto a escala 1:3.000.000.	47
Fig. 37: Nomenclatura correspondiente a todas las capas que conforman el mapa de temperatura media de las máximas de enero a escala 1:10M.	48
Fig. 38: Flujo de trabajo interno de la herramienta creada con Model Builder. Herramienta básica de ArcGIS (cuadrado amarillo), capa de entrada y salida (óvalo verde) y parámetros (óvalos azules).	50
Fig. 39: Cuadro de diálogo de la herramienta creada con Model Builder.	51
Fig. 40: Ventana de proceso del modelo.	52
Fig. 41: Ejemplo de ayuda que aparece al iniciar la herramienta Crear Isolíneas.	53
Fig. 42: Edición de la ayuda de la herramienta creada con Model Builder.	53
Fig. 43: Ayuda interna dentro del flujo de trabajo creado con Model Builder de ArcGIS.	54
Fig. 44: Intersección incorrecta o nudos en las isolíneas.	60
Fig. 45: Discrepancias entre la capa de líneas (rosa) y la capa de polígonos (línea gris con relleno morado).	61

<i>Fig. 46: Discrepancia de la isolínea (rosa) con el contorno del país (gris).</i>	61
<i>Fig. 47: Menú de edición, herramienta Editor de ArcMap.</i>	61
<i>Fig. 48: Antes y después de realizar la edición manual de las entidades.</i>	62
<i>Fig. 49: Mapa de isolíneas de temperatura media anual aplicando colores.</i>	62
<i>Fig. 50: Ejemplos de escala de color común para mapas de temperaturas de la serie de Climatología.</i>	63
<i>Fig. 51: Leyenda con gama de color aplicada en los mapas.</i>	64
<i>Fig. 52: Opciones de rotulación de una capa con ArcMap.</i>	65
<i>Fig. 53: Ejemplo de etiquetas automáticas según atributo rotulo.</i>	66
<i>Fig. 54: Colocación manual de etiquetas en el mapa de temperatura media anual y zona ampliada.</i>	67
<i>Fig. 55: Mapa de temperatura media anual tras acabar el proceso de producción.</i>	68
<i>Fig. 56: Mapa acabado de temperatura media de julio a escala 1:10M.</i>	69
<i>Fig. 57: Mapa acabado de salinidad media en la superficie del mar a escala 1:10M.</i>	69
<i>Fig. 58: Mapa acabado de altitudes a escala 1:6,5M.</i>	70
<i>Fig. 59: Cuatro ejemplos de mapas de isolíneas que son susceptibles de ser creados mediante la herramienta creada con Model Builder en este TFM.</i>	71
<i>Fig. 60: Mapa del “Atlas nacional del siglo XXI” aplicando la herramienta Model Builder creada en este TFM.</i>	71
<i>Fig. 61: De derecha a izquierda y de arriba a abajo; curvas originales sin generalización, función de generalización a 3 celdas, función de generalización a 4 celdas y función de generalización a 5 celdas. A escala 1:10M.</i>	74
<i>Fig. 62: A la izquierda, isolíneas sin limpieza. A la derecha, resultado tras la limpieza de áreas menores a la percepción visual.</i>	74
<i>Fig. 63: Organización de las FC dentro de la geodatabase.</i>	75

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Parámetros establecidos para obtener las capas vectoriales.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 2: Resumen de fallos que se pueden localizar en las capas vectoriales obtenidas tras pasar la herramienta.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 3: Tablas de color en código CMYK. Tabla izquierda para mapa de temperatura máxima absoluta, tabla de la derecha para temperatura mínima absoluta y tabla intermedia para los otros seis mapas de la serie de climatología.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 4: Desglose completo de fases, subfases y tareas según bloques.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 5: Pauta temporal de los bloques del proyecto.</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 6: Desglose de precios de la mano de obra.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 7: Desglose de precios unitarios para recursos materiales.</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 8: Presupuesto final del proyecto.</i>	<i>104</i>

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Fin de Máster, de ahora en adelante TFM, ha consistido en diseñar e implementar una serie de procesos necesarios para la producción de un tipo específico de mapas a partir de información ráster, los cuales deben formar parte del Atlas Nacional de España (ANE) que crea, mantiene y publica el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Aunque el ANE contiene diversos tipos de mapas de un sinfín de temáticas elaborados con diferentes técnicas (coropletas, símbolos proporcionales...), este TFM se centra en los mapas de isolíneas, abundantes en capítulos como Geofísica y Climatología. Estas cartografías se caracterizan por contener la información de la magnitud medida en la isolínea, además, se añaden áreas de color entre los espacios interlineales para mejorar la legibilidad de los mapas producidos, lo que se denomina mapa de isocoropletas [1].

En definitiva, el TFM pretende ofrecer una solución optimizada y automatizada a un problema del departamento de Cartografía Temática y Atlas Nacional de España del IGN. Esto es debido a que hasta ahora, los mapas de isocoropletas y los mapas de isolíneas se realizaban manualmente digitalizando sobre mapas ya creados por los organismos que suministraban la información. Como alternativa, el presente TFM propone una metodología que permite optimizar los tiempos de producción de un mapa de isocoropletas, a partir de información ráster, mediante la creación de un flujo de trabajo que ha sido testeado con numerosos casos prácticos que difieren en escala, sistema de referencia y resolución.

El proyecto desarrollado se puede dividir en dos líneas de actuación: diseño del flujo de trabajo y automatización del mismo por un lado, y testeado del modelo por otro. Ambas ramas se apoyan una a otra puesto que la primera investiga y ensaya las distintas vías de trabajo posibles, así como sus combinaciones, para más tarde probarlo y perfeccionarlo en la segunda.

Siendo la información ráster el punto de partida, se procede a detallar brevemente las líneas de actuación: la metodología incluye desde el diseño y tratamiento de las capas vectoriales a obtener hasta la composición e impresión de los mapas de la serie, pasando por la creación y edición de los elementos cartografiados. Respecto a la automatización de la metodología, se ha creado un flujo de trabajo, con la herramienta *Model Builder*, que se apoya en la fase anterior con el fin de obtener la automatización de la producción hasta optimizar los procesos que dan salida a los mapas finales. La elaboración de esta fase culmina con la aplicación del modelo y presentación de diversas series de

mapas que formarán parte de la serie del “Atlas Nacional de España del siglo XXI” y de la nueva serie compendio “España en mapas. Una síntesis geográfica”

El documento se organiza de la siguiente manera: en el capítulo 2 se presentan los antecedentes del presente proyecto, el capítulo 3 establece los objetivos, el capítulo 4 contiene definiciones, acrónimos y abreviaturas que contiene el TFM, el capítulo 5 desarrolla toda la metodología que se ha empleado, en el capítulo 6 se describe y explica cómo se ha llevado a cabo la producción de los mapas empleando la herramienta creada en el capítulo anterior, en el capítulo 7 figuran los controles de calidad que se han llevado a cabo, el capítulo 8 contiene las conclusiones del trabajo y, por último, el capítulo 9 contiene las referencias y la bibliografía. Además, tras el bloque de Memoria se añaden: Anexo I: Mapas, Anexo II: Procedimientos internos del ANE, Anexo III: Planificación temporal del proyecto y Anexo IV: Presupuesto.

2. ANTECEDENTES

2.1. EL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

El Atlas Nacional de España (ANE) constituye una síntesis de la realidad física, social y económica del país, por lo que reúne toda la información geográfica necesaria para una adecuada toma de decisiones, ya sean públicas o particulares [2]. Su objetivo es ofrecer a los órganos de gestión de las políticas del Estado y a la sociedad en general una visión sintética y explicativa de la geografía española, de la organización y dinámica del territorio nacional en todos los aspectos que éste comprende [2]. En la actualidad el Real Decreto 30/2011 desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento, reafirmando en la realización y actualización del ANE por parte del Instituto Geográfico Nacional.

El ANE realiza publicaciones tanto impresas como publicaciones web. Las publicaciones en formato papel se pueden comprar a través de la página del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) [3].

La mayor parte de estas publicaciones en formato papel, están digitalizadas y publicadas en internet, pudiendo los usuarios acceder a ellas a través de las siguientes aplicaciones:

- Edición facsímil digital ANE 1955-1985: <http://www.ign.es/ane/ane1955-1985/>
- Edición facsímil digital ANE 1986-2008: <http://www.ign.es/ane/ane1986-2008/>
- Buscón del ANE: donde se publican los nuevos recursos de “Atlas Nacional del siglo XXI” [4]. Además integra los Atlas de los años 1955 y 1986. <http://www.ign.es/ane/bane/>

Además, se puede descargar la información en formato digital desde CNIG en el siguiente enlace: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=CAANE#selectedSerie>
Los productos que se pueden consultar o descargar del ANE se distribuyen en diversas series:

- **Serie general:** período de 1986 a 2008. Está publicada en seis tomos y, además, en 48 fascículos. En 1997 se inicia la actualización de la serie llegando a realizar una, dos y hasta tres actualizaciones de algunos de los fascículos. Dentro de esta serie se incluyen mapas geográficos de España a escala 1:500.000 y mapas temáticos a varias escalas (desde 2 millones a 13,5 millones). En CD desde 2004.
- **Serie compendios:** publicaciones resúmenes de lo más sustancial de materias.

- **Serie monografías:** son publicaciones específicas, ampliadas respecto a la serie general. Como característica son series transversales, siendo flexibles en función de la demanda sobre los temas.
- **Serie láminas y murales:** reproducciones de mapas contenidos en los diferentes grupos del Atlas, que por su interés se publican independientemente y varían la escala original.
- **SIANE web:** publicación web empleando Buscón que está conectado con el Sistema de Información del ANE (SIANE). Esta aplicación permite la búsqueda, consulta, visualización y navegación entre los diferentes objetos, con capacidades interactivas y multimedia y está basada en un tesoro propio del Atlas formado actualmente por 6500 términos controlados y relacionados, que aumentan según se publican nuevos recursos.

2.2. EVOLUCIÓN DEL PROYECTO DEL ATLAS NACIONAL

En el ANE se distinguen cuatro etapas de evolución del Atlas Nacional: una primera con la elaboración de la Reseña Geográfica y Estadística de España (1880-1914), una segunda con la publicación del Atlas Geográfico Estadístico (1930), una tercera con el Atlas Nacional de España publicado en 1965 y una cuarta con el Atlas Nacional de España iniciado en 1986 [5].

- Reseña Geográfica y Estadística de España (1880-1914): comienza en 1880 cuando el director del llamado Instituto Geográfico y Estadístico (IGE), el General Ibáñez e Ibáñez de Ibero, inicia el proyecto. El trabajo consta de veintitrés artículos y un mapa geográfico de la Península e Islas Baleares a escala 1:1.500.000, formado por el propio Ibáñez de Ibero con motivo de la división del territorio en zonas militares.
- Más tarde, se editó, desde 1912 a 1914, la Reseña Geográfica y Estadística de España en tres tomos. Estos tomos incluían, como gran novedad, algunas láminas de cartografía temática, gráficos y perfiles. Ello fue posible, entre otros factores, gracias a que el aumento de medios en el Instituto permitió la creación de la Sección de Artes Gráficas, inexistente cuando se elaboró la primera edición de la Reseña.
- Atlas Geográfico Estadístico: en 1930, se asigna este proyecto a la Comisión Permanente del Mapa Económico de España, perteneciente al Consejo Superior Geográfico del Instituto Geográfico y Catastral de España (antiguo Instituto Geográfico y Estadístico).

La realización de este mapa Económico no pudo llevarse a cabo por varias causas como los problemas en la formación de grupos de trabajo, la complejidad en la obtención de datos, la escasez de medios técnicos y el comienzo de la guerra civil.

- El primer atlas nacional: en la primera mitad del siglo XX, se ve la necesidad de disponer de obras de síntesis de la geografía nacional. Para unificar criterios y hacer así comparables los trabajos de unos y otros países, la Unión Geográfica Internacional (UGI) estableció en 1956 un Grupo de Trabajo de Atlas Nacionales, que más tarde daría paso a la Comisión de Atlas Nacionales. Los atlas creados hasta 1965 fueron los modelos a seguir por el ANE, aplicando una nueva metodología de trabajo que provocó una mejora considerable en la calidad del producto final. Así se consiguió la representación a escala 1:500.000 de todo el territorio nacional por primera vez.

Finalmente, en 1965 fueron publicadas 28 láminas geográficas y 24 de las setenta y dos temáticas del proyecto inicial de 100 láminas. Más adelante se publicó una Reseña Geográfica y un Índice Toponímico. Las últimas actualizaciones de algunas de las láminas geográficas, de carácter no temático, se produjeron en la década de 1980.

- El segundo atlas nacional: En 1986, la dirección del Instituto Geográfico plantea la posibilidad de elaborar un nuevo Atlas Nacional que completara y actualizara la anterior publicación. Se comienza en 1987 con la colaboración de diversos ministerios y organismos de la Administración General del Estado.

SECCIÓN I INFORMACIÓN GENERAL BÁSICA ● 2 Referencias generales ● 3a Referencias cartográficas ● 3b Tablas de datos geográficos ● 3c Imagen y paisaje ● 4 Referencias históricas SECCIÓN II EL MEDIO TERRESTRE ● 5 Geología ● 6 Relieve ● 7 Edafología ● 8 Geofísica ● 9 Climatología ● 10 Hidrología ● 11 Biogeografía, flora y fauna ● 12 Espacios naturales protegidos SECCIÓN III EL MEDIO MARINO ● 13 El medio marino	SECCIÓN IV INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA ● 14a Información demográfica ● 14b Potenciales demográficos SECCIÓN V OCUPACIÓN DEL TERRITORIO Actividades económicas básicas ● 15 Ocupación del territorio y urbanismo ● 16 Minería ● 17 Agricultura, ganadería y pesca SECCIÓN VI ACTIVIDADES INDUSTRIALES ● 18 Energía ● 19 Sector Industria. Datos generales ● 20 Sector Industria. Datos sectoriales ● 21 Construcción, obras públicas y edificación	SECCIÓN VII TRANSPORTES Y COMUNICACIÓN ● 22 Transporte por carretera ● 23 Transporte por ferrocarril ● 24 Transporte aéreo ● 25 Transporte marítimo ● 26 I Transporte urbano ● 26 II y otros medios de transporte ● 27 Comunicaciones SECCIÓN VIII COMERCIO Y FINANZAS ● 28 Actividades empresariales ● 29 Comercio interior ● 30 Comercio exterior ● 31 Finanzas y hacienda SECCIÓN IX OTRAS ACTIVIDADES Y SERVICIOS ● 32 Organización del Estado ● 33 Turismo ● 34 Sanidad ● 35 Educación y Ciencia ● 36a Arte y Cultura ● 36b Deporte ● 37 Trabajo, Seguridad Social y Servicios Sociales ● 38 Defensa, Seguridad y Justicia	SECCIÓN X PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES ● 39 Problemas medioambientales SECCIÓN XI EL CONOCIMIENTO DEL TERRITORIO ● 40 El conocimiento del territorio: El Instituto Geográfico Nacional ● 41 El conocimiento del territorio: Otros organismos oficiales SECCIÓN XII INFORMACIÓN SOCIOLÓGICA ● 42 Sociología familiar ● 43 Sociología laboral ● 44 Sociología cultural ● 45 Sociología electoral SECCIÓN XIII SÍNTESIS GENERAL ● 46 Índice toponímico
--	--	---	--

Fig. 1: Secciones y temas del Atlas Nacional de España 1986-2008.

- En el año 2004 el ANE desarrolla una nueva aplicación denominada SIANE (Sistema de Información del Atlas Nacional de España). Esta herramienta está formada por dos módulos: un entorno web y un entorno de producción. SIANE proporciona la base

tecnológica para producir y publicar los contenidos, los productos y servicios en que se incluyen en el plan de publicación, con el nivel de calidad y eficiencia establecidas.

- En la actualidad se está trabajando en la creación de una nueva serie general “Atlas Nacional del siglo XXI”. Para este atlas se ha creado una nueva estructura temática formada por 24 temas y un total de 74 subtemas, ver figura 2. Para definir y priorizar el contenido representado en cada uno de estos capítulos se ha creado una red de colaboradores científicos formada por más de 150 personas pertenecientes a 34 universidades distintas y a varios centros de investigación. Esta red define los aspectos a tratar en cada grupo temático, así como los recursos (gráficos, imágenes, tablas, ilustraciones...) que hay que elaborar.

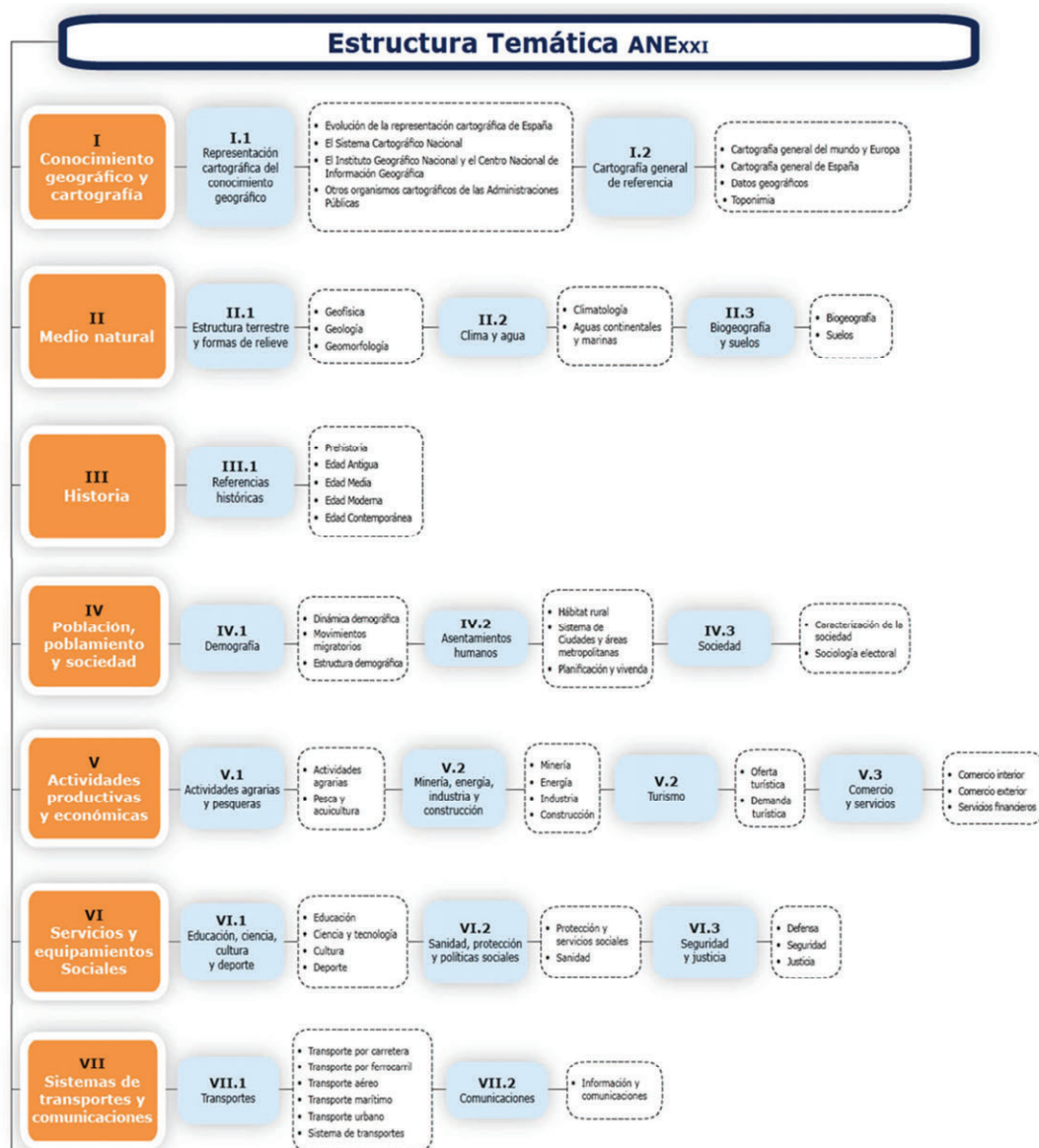




Fig. 2: Secciones, temas y subtemas del Atlas Nacional del siglo XXI.

2.3. PROCESOS EN EL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA (ANE)

De las diversas secciones que contiene el ANE, la sección II sobre Medio Natural contiene un capítulo, el Capítulo 4, sobre Clima y Agua [6]. Es esta temática la que engloba los mapas obtenidos al finalizar este TFM, ya que el recurso más abundante en este capítulo es, sin duda, el de los mapas de isolíneas e isocoropletas.

Entre los recursos de los cuales dispone, el ANE incluye textos explicativos, gráficas, imágenes y mapas en todos sus capítulos y secciones. A propósito de las características propias del ANE, hay establecidas tres escalas para los mapas de todas las secciones: diez millones, seis millones y medio y tres millones. También, se dividen en tres grupos en función del sistema de referencia y la proyección empleada: ETRS89 con coordenadas geográficas (e89), ETRS89 con proyección cónica conforme de Lambert para las Islas Canarias (lcc) y ETRS89 con proyección cónica conforme de Lambert para la península (lcp). Además, el ANE se organiza en grupos temáticos que queda reflejado en el nombre de las capas (admin, clima, agua, etc.) como se explica en detalle en el epígrafe 5.4.3 *Nomenclatura de las capas*. Los productos que se elaboran en este trabajo, al enmarcarse en esta obra del ANE, deben ajustarse a las mencionadas escalas, sistemas de referencia, así como a las normas que el IGN establece para la nomenclatura de sus productos.

Asimismo, todos los mapas que se crean actualmente por el ANE, deben ser presentados en formato papel y digital. Esta dualidad hace que cobre especial importancia la elección de colores, pues deben ser distinguibles y legibles en ambos formatos. No obstante, si los colores empleados en atlas anteriores siguen siendo adecuados, pueden mantenerse las tabletas de color, sirviendo de ayuda al operador.

Respecto a la frecuencia de actualización de la información que contienen los mapas, esta difiere mucho según el tipo de datos que recibe el IGN. El Atlas Nacional ha tenido dos versiones, ANE 1955-1985 y ANE1986-2008, pero cada una de las secciones que los componen, y según el mapa, la información actualizada tiene una gran amplitud temporal, siendo este periodo una consecuencia de los procesos que a lo largo de la historia se ha seguido para su producción. Así en el año 2003 se actualizaban los mapas del año 1992, como se explica más adelante. Existen secciones en el atlas que contienen información más susceptible de ser actualizable que otras. Por ejemplo, la información del medio natural (geomorfología, geología...) es menos variable en el tiempo que la incluida en el medio humano (sanidad, transportes, comunicaciones...). Por lo que algunos mapas se actualizan con más periodicidad que otros.

En concreto, los mapas anteriores de la serie de climatología (Atlas 1986-2008) se realizaron mediante un proceso distinto al que se expone en este documento. Respecto a estos mapas visibles en la figura 3, hay que decir que el dato de partida no era un fichero en formato ráster sino que la fuente enviaba directamente un archivo en el que las isolíneas ya estaban trazadas según la equidistancia que solicitaba el IGN. Con dichas isolíneas lo que se realizaba era el mapa. La desventaja de este método es que al solicitar unas isolíneas concretas, el mapa final sólo podía ser uno. Por ejemplo, el mapa de temperatura media anual, a escala 1:6.500.000, fue elaborado en el año 2003 mediante programas de diseño gráfico (FreeHand). El proceso de elaboración empleó tres procedimientos principales: ajuste espacial, edición y diseño cartográfico. El ajuste espacial fue necesario para adecuar el sistema de referencia de los datos mediante puntos de control de capas del ANE. El segundo procedimiento adecuaba las capas a una *geodatabase* creando las *Feature Class* y crea polígonos a partir de las isolíneas. Por último, se elige la simbología y se componen los mapas, incluyendo rotulación. Los atributos de las capas se introducen a mano.

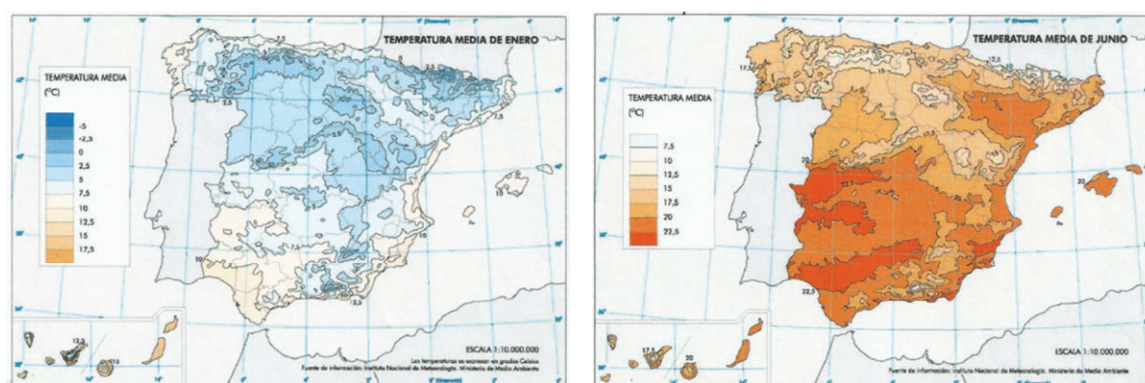


Fig. 3: Mapas climáticos del Atlas Nacional creados con procedimientos anteriores al propuesto en este TFM.

Actualmente, el IGN recibe un modelo ráster, lo que permite con una misma fuente de datos realizar varios mapas (si varía la escala) u obtener distintos productos según interesen.

2.4. MAPAS DE ISOLÍNEAS E ISOCOROPLETAS

La cartografía es “*el arte de representar los elementos de la superficie terrestre, o los fenómenos que ocurren sobre ésta, mediante mapas*” [7, 8]. Emplea para ello el lenguaje visual, pudiendo comunicar distintos mensajes mediante el empleo de distintos recursos gráficos o visuales. Si el mapa representa fenómenos o conceptos particulares, se habla de cartografía temática [7, 8].

Por otro lado, la cartografía temática se apoya en diferentes técnicas para representar de la manera más adecuada posible la característica de estudio en función de si la variable es discreta o continua y si la información es cualitativa o cuantitativa. Ejemplos de estas técnicas son coropletas, símbolos proporcionales e isolíneas [7, 8]. En el caso de este TFM, las técnicas de cartografía temática de interés son las isolíneas y las isocoropletas.

Los mapas de isolíneas son aquellos que emplean líneas que unen puntos que tienen el mismo valor de la variable en estudio [7, 8, 9, 10]. Este tipo de mapas es muy utilizado para la representación de variables continuas [9], es decir, aquellas que existen en todos los puntos del territorio y cuyos valores entre cada par de puntos varían de forma suave y progresiva [7, 8]. Hay muchos fenómenos que se presentan de forma continua por el territorio como son, por ejemplo, la presión atmosférica, el magnetismo terrestre, las altitudes o las temperaturas [10]. Esta técnica puede emplearse en tan extensa gama de temáticas que existen multitud de nombres para las isolíneas dependiendo de cuál sea la variable representada [7, 8]. Por ello, las curvas que unen puntos de la misma altitud se llaman isohipsas o curvas de nivel; si se trata de igual declinación magnética, isógonas; si es igual nubosidad, isonefas; igual presión atmosférica, isobaras; igual temperatura, isotermas; con igual salinidad del agua, isohalinas etc. [7, 8, 10]. Un ejemplo de este tipo de mapas se muestra en la figura 4:

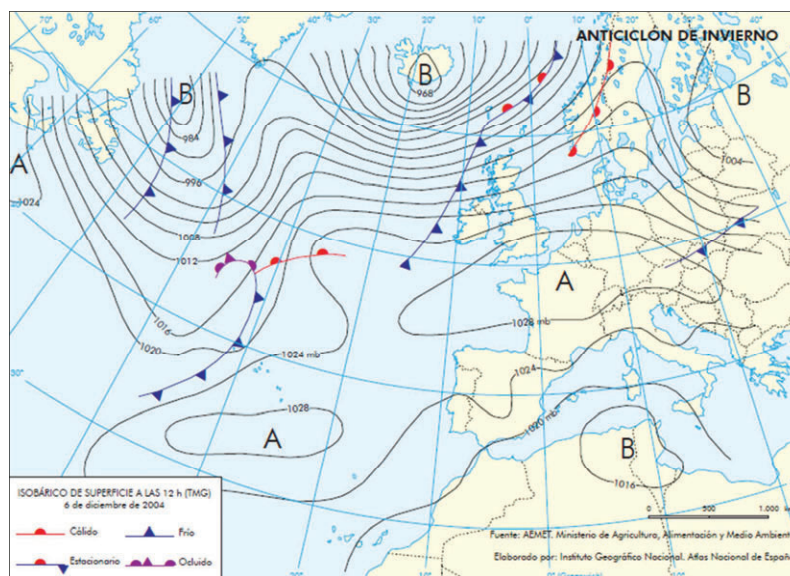


Fig. 4: Ejemplo de mapa de isolíneas sobre situación atmosférica. Fuente de los datos: AEMET, IGN.

En general, las líneas vienen representadas según un intervalo que se denomina equidistancia. Este valor indica la distancia que hay entre los planos horizontales que cortan la superficie estadística y lo habitual es que sean equidistantes [10].

Puesto que no se puede conocer el valor de la variable para todos los datos de la superficie continua, estos mapas se crean obteniendo la variable sólo en algunos de los puntos del territorio de estudio. Estos puntos sirven para crear una superficie ráster mediante la técnica de interpolación [11]. Los algoritmos de interpolación empleados pueden variar en función del radio en el que operan o la exactitud que se quiera conseguir aunque los más empleados son IDW, Kriging, spline o vecinos cercanos [7, 8, 11, 12]. A partir de esta superficie continua creada con el método de interpolación elegido, se obtiene la capa vectorial de curvas de nivel mediante herramientas que contenga el software empleado (Quantum GIS, ArcGIS...) y solamente falta elegir adecuadamente la simbología para completar el mapa [7, 8, 12]. En general, se debe tener cuidado con la selección del criterio de interpolación, que dependerá del tema de estudio [12].

A propósito de la simbología de los mapas de isolíneas, se suele emplear la variable visual tamaño para dar importancia a ciertas curvas, llamadas maestras, permitiendo una lectura rápida y sencilla de los mapas [9]. Conjuntamente, se emplean los rótulos, los cuales no deben ser muy grandes ni estar situados boca abajo [10].

Por otro lado, si se quiere representar las isolíneas mediante la variable visual color, este no se aplica a la línea sino a las zonas que median entre ellas. En este caso, el tipo de mapa recibe el nombre de isocoropletas [1, 9], ver figura 5. No obstante, no debe confundirse pues el valor de la variable de estudio no se encuentra en el área sino que sigue estando en las líneas, el color solamente facilita la lectura [7, 8].

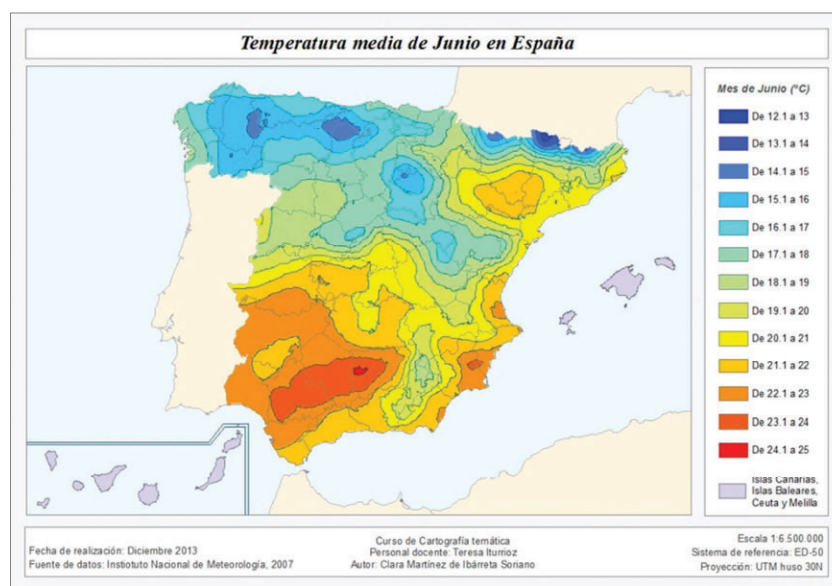


Fig. 5: Ejemplo de mapa de isocoropletas creado durante la asignatura de Cartografía Temática. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Meteorología.

De hecho, existía una página web que ayudaba a los usuarios a elegir la simbología de mapas mediante un sistema de diseño llamado *Isoline Engine* [13]. Y no sólo eso, la página también ofrecía las mejores opciones de densidad de puntos o tipo de interpolación [13]. El fin de esta página no era la de proporcionar herramientas para crear mapas de isolíneas. Su objetivo era servir de guía para el diseño de este tipo de mapas, ya que esta clase de ayuda no es ofrecida por ninguno de los *software* de trabajo actuales. Al igual que existía esta opción para los mapas de isolíneas, hay otro sistema de soporte creado para elegir colores de consulta *online* a disposición de cualquiera, llamado *Color Brewer*, que sigue en funcionamiento [13, 14].

2.5. MODEL BUILDER EN ARCGIS

A la vista de lo anterior, y teniendo en cuenta el volumen de mapas de isolíneas a realizar en el capítulo de climatología, se pone de manifiesto la necesidad de implementar la automatización de los procesos necesarios para elaborar esta clase de mapas y optimizar el tiempo de producción del ANE. Esta implementación puede realizarse de muchas maneras, entre ellas pasar por varias

herramientas del software, escribir scripts de Python o crear un modelo de procesamiento de herramientas automático [15, 16, 17]. La segunda opción permite ejecutar procesos sin necesidad de abrir el programa, ya que se puede utilizar editor de código. Sin embargo, esta opción requiere de conocimientos de programación en este lenguaje y existen otras opciones adecuadas [16]. En consecuencia, la última opción, la de crear un modelo de procesamiento automático, es la que más agrupa los pasos a realizar y optimiza el tiempo, siendo la mejor elección. En todo caso, hay que decidir cómo diseñar este modelo. En este sentido hay opciones como la herramienta *Model Builder* de ArcGIS o la herramienta Modelo de Procesado del software libre Quantum GIS (QGIS) [15].

Las ventajas de emplear un modelo, sea del software que sea, son varias: la posibilidad de ser reutilizados, su eficacia y su representación visual. En primer lugar, los modelos son reutilizables porque cuentan con la posibilidad de cambiar de parámetros y predecir distintos escenarios. En segundo lugar, son eficaces y precisos ya que permiten eliminar capas creadas de forma temporal para seguir procesando y se evita la posibilidad de error [12, 15]. Por último, los modelos son claros permitiendo una lectura visual entre procesos, flujo de información y resultados [15]. Además, no es necesario saber programar y existe la posibilidad de integrar un scripts de Python en un modelo, aunque es preferible que este sea muy sencillo [16, 17]. En cualquier caso, la creación de un flujo de trabajo automatizado debe basarse en el conocimiento previo de parámetros, simbología, exactitud y técnicas cartográficas que hagan posible obtener el mapa final deseado [17].

En conjunto, *Model Builder* es un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo de geoprocésamiento [18]. Cada modelo se representa como un diagrama que encadena secuencias de procesos y herramientas, utilizando la salida de un proceso como entrada del siguiente. Los modelos de geoprocésamiento automatizan y documentan los procesos de análisis espacial y de administración de datos [19].

Los elementos del modelo son de tres tipos: capas de entrada (con la entidad que se va a analizar), capas de salida (resultado de cada una de las fases o herramientas aplicadas) y herramientas o sucesión de herramientas (que se utilizan para indicar las condiciones y que utilizando la capa de entrada facilita una capa de salida). Además, es posible fijar los parámetros de entrada para las herramientas [20, 21]. Ver ejemplo de modelo en la figura 6.

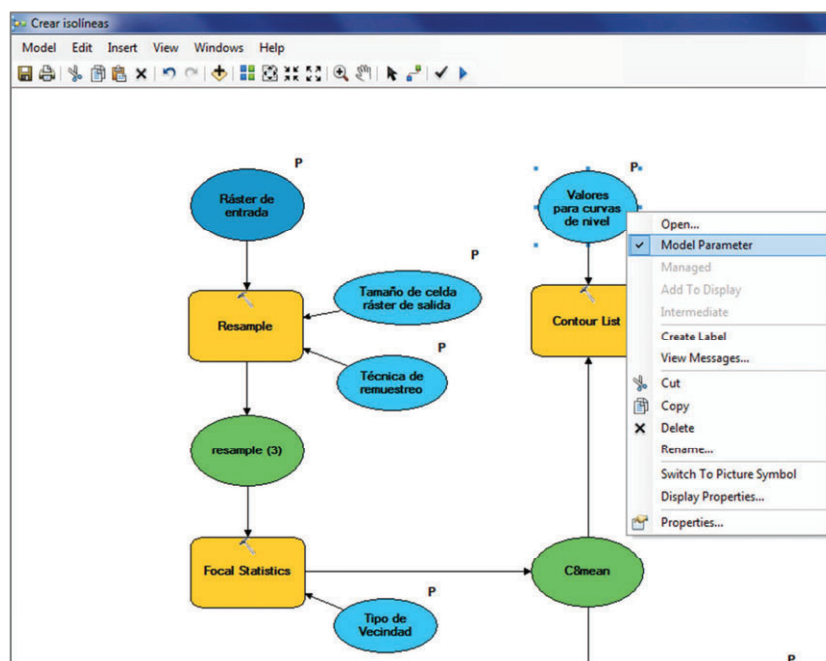


Fig. 6: Representación del flujo de trabajo en Model Builder de ArcGIS: Capa de entrada (azul oscuro), herramienta aplicada (amarillo), parámetros de la herramienta (azul claro) y capas de salida (verde).

En cualquier momento, el usuario tiene potestad para modificar los parámetros del modelo [20, 22]. Y una vez establecidos, se hace funcionar el modelo que procesa automáticamente las herramientas programadas hasta obtener el resultado deseado. No obstante, se debe recordar que el modelo actúa como una herramienta, por lo que la simbología queda excluida de la automatización [22].

Además, la descripción visual del flujo de procesamiento permite a los operarios y a los usuarios con escasos conocimientos de programación definir modelos de procesamiento personalizados. Si bien es cierto que la opción *Model Builder* también está dirigida a programadores experimentados por tener la capacidad de incluir scripts dentro de los modelos y establecer los parámetros para la integración con el flujo de trabajo [23, 24].

De hecho, hay dos ventajas principales de utilizar el *Model Builder* [24] complementando a las ya descritas con anterioridad [12, 15]:

- Permite guardar los modelos para que otros puedan replicarlos fácilmente;
- Permite generar scripts en lenguaje Python exportando los resultados al código de manera rápida y fácil. A pesar de ello, en el caso de trabajar con ArcGIS, no se

recomienda crear un modelo complejo y exportarlo a Python. Con sentencias sencillas funciona, pero cuando el proceso se complica, el código generado no suele funcionar [16].

Esencialmente, se ha elegido esta herramienta en ArcGIS debido a que este es el software que se emplea en el IGN. También, la posibilidad de realizar consultas directamente a personas que mantienen el software ha influido en el uso de este programa informático. De hecho, ArcGIS proporciona a los cartógrafos más posibilidades y opciones a la hora de automatizar flujos de trabajo [17]. En conclusión, la elección de *Model Builder* para la creación del flujo de trabajo automático es la que mejor se adapta al contexto de este TFM.

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este TFM consiste en elaborar e implementar un flujo de trabajo orientado a obtener mapas de isocoropletas en formato vectorial a partir de un fichero ráster, mediante la opción *Model Builder* de ArcGIS. Este flujo de trabajo debe servir para optimizar los tiempos de producción cartográfica del Atlas Nacional de España, responsabilidad del IGN. Además, debe constatarse la garantía del procedimiento propuesto, mediante el testeo del mismo, a través de la creación de mapas de interés para el ANE. Más tarde, los mapas obtenidos mediante esta metodología serán publicados en la serie general llamada “Atlas Nacional de España del siglo XXI” y en el compendio “España en mapas. Una síntesis geográfica”, siguiendo las convenciones y cánones del departamento ANE responsable en el IGN.

En cuanto al diseño e implementación del procedimiento de trabajo, se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Comprender y aplicar los diversos procesos que tiene ya integrado el ANE.
- Definir los *dataset* de prueba ráster procedentes de diversas fuentes (AEMET, IEO, etc.) bajo condiciones de distintas escalas, sistemas de referencia y resoluciones.
- Explorar e identificar las herramientas básicas de ArcGIS necesarias para poder crear un procedimiento que permita obtener mapas de isocoropletas.
- Definir el grado de generalización más adecuado para los ficheros ráster originales mediante las herramientas disponibles en el *toolbox* de ArcGIS.
- Diseñar el flujo de trabajo que concatene las herramientas necesarias para obtener las capas vectoriales a partir de la información ráster.
- Adaptar la información interna de las capas vectoriales a los requisitos del ANE añadiendo los atributos que sean necesarios.
- Implementar el flujo de trabajo con la opción *Model Builder* de ArcGIS.
- Comprobar su funcionamiento y documentar la herramienta resultante.

En cuanto la producción de mapas, se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Aplicar el flujo de trabajo a diversos tipos de datos como temperatura, altitud o salinidad del mar hasta producir mapas con la herramienta creada que automatiza el flujo de trabajo.
- Definir los parámetros de la herramienta creada con *Model Builder* para aplicarlos y obtener los mapas necesarios para completar el compendio del atlas.

- Editar las capas vectoriales obtenidas con el modelo creado de forma manual y manejar el menú de edición de ArcMap.
- Definir las gamas de color y establecer la rotulación que completen los mapas.
- Maquetar y añadir la información marginal correspondiente a los mapas aplicando los criterios y las plantillas del ANE.
- Realizar un control de calidad de las capas obtenidas tanto visual como digitalmente.

El TFM se ha elaborado partiendo de información ráster cedida al IGN por otros organismos oficiales de España como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO), empleando el software de Esri ArcGIS 10.3 *for Desktop*, ya que es el programa informático empleado en el IGN para realizar los trabajos de cartografía temática. Además, para complementar, se ha empleado Microsoft Office 2010 para la redacción del presente documento y Adobe Acrobat PDF para la publicación digital de los mapas finales.

Asimismo, dado el contexto académico en el que se elabora este trabajo, se pretende con el mismo alcanzar, además, los siguientes objetivos:

- Desarrollar y afianzar la práctica de las capacidades adquiridas durante las asignaturas que conforman la titulación de Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía.
- Aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos y desarrollar las capacidades de análisis y síntesis, así como de gestión e integración de datos.

4. DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

4.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Capa: mecanismo que se utiliza para visualizar *datasets* geográficos en ArcGIS. Contiene propiedades de visualización.
- Dataset: colección de clases de entidad relacionadas que comparten un sistema de coordenadas común. se utilizan para integrar espacial o temáticamente clases de entidad relacionadas.
- Equidistancia: diferencia entre los valores de dos isolíneas contiguas.
- Feature Class (FC): clase de entidad en ArcGIS son conjuntos homogéneos de entidades comunes con la misma representación espacial (puntos, líneas o polígonos) pero sin propiedades visuales, son los datos en bruto.
- Isocoropletas: mapa de isolíneas que contiene color en los espacios interlineales.
- Isolínea: línea que une los puntos en los que una cierta magnitud es constante en un mapa o diagrama. Son especialmente adecuados para la representación de variables del medio físico, se conocen también como isograma.
- LCP: ETRS89 con proyección cónica conforme de Lambert para la península y las Islas Baleares.
- LCC: ETRS89 con proyección cónica conforme de Lambert para las Islas Canarias
- UTM: proyección cilíndrica cartográfica Transversa de Mercator, conforme y tangente a un meridiano dividida en 60 husos.

4.2. ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
ANE	Atlas Nacional de España
BBDD	Base de Datos
CAPESME	Cartas de Pesca del Mediterráneo
CIAT	Centre for Tropical Agriculture
CNIG	Centro Nacional de Información Geográfica
ETSI	Escuela Técnica Superior de Ingenieros
FC	Feature Class
GIS	Geographic Information System
GeoTIFF	Geographic Tagged Image File Format
IEO	Instituto Español de Oceanografía
IG	Información Geográfica
IGE	Instituto Geográfico y Estadístico

IGN	Instituto Geográfico Nacional
LCC	Lambert Cónica Canarias
LCP	Lambert Cónica Península
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
MDE	Modelo Digital de Elevaciones
MDT	Modelo Digital del Terreno
MINECO	Ministerio de Economía, Industria y Competitividad
NetCDF	Scientific data Network Common Data Format
PNOA	Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
QGIS	Quantum GIS
SIANE	Sistema de Información del Atlas Nacional de España
SIG	Sistema de Información Geográfica
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TFM	Trabajo Fin de Máster
TIFF	Tagged Image File Format
UGI	Unión Geográfica Internacional
UTM	Universal Transversa Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984
ZEEE	Zona Económica Exclusiva Española

5. METODOLOGÍA

La motivación del TFM es la optimización de los tiempos de producción mediante la creación de un flujo de trabajo que, a partir de un fichero ráster, consiga una serie de capas vectoriales que conformen un mapa de isocoropletas. Además, se establece la manera de automatizar este flujo de trabajo con el fin de crear una herramienta compleja aunque de uso sencillo. La dificultad para conseguir este tipo de mapas ha consistido en transmitir el valor de la isolínea a las áreas interlineales.

El TFM distingue varias fases, la primera se divide en dos subfases: diseño del procedimiento de trabajo y automatización con la herramienta *Model Builder* de ArcGIS. Todas las subfases presentadas son englobadas en una fase metodológica. La otra fase engloba la aplicación de la herramienta en la producción cartográfica automatizada tanto en formato papel como digital.

Durante el diseño del procedimiento se han seguido diferentes caminos que no siempre han servido, como las uniones espaciales. Sin embargo, la exploración de posibilidades ha permitido alcanzar un conocimiento exhaustivo y valioso sobre el problema presentado, permitiendo elegir los siguientes pasos con seguridad.

Hay que tener en cuenta también, que los mapas del ANE se elaboran con ArcGIS en la versión 10.3.1. En consecuencia, es necesario diferenciar los conceptos de capa y de *Feature Class* (FC). La FC es un conjunto homogéneo de entidades comunes, la tabla asociada a la capa pero que no tiene propiedades visuales (son los datos en bruto) mientras que la capa es la que se ve en ArcMap con las propiedades de visualización. Aclarada esta diferencia, se procede a explicar los pasos de la metodología a lo largo de los siguientes epígrafes.

5.1. DEFINICIÓN DE LOS MAPAS DE PRUEBA

Para diseñar el flujo de trabajo y obtener mapas de isocoropletas, se trabajará con un surtido de mapas, todos ellos pertenecientes al grupo temático de Climatología y Agua. Para abarcar todos los casos posibles, se realizarán pruebas con diversos tipos de ficheros de entrada. Además se ensayarán los casos en distintas las escalas que habitualmente publica el ANE: 1:6.500.000 y 1:10.000.000.

Aunque se tiene información ráster para realizar doce mapas, durante el diseño de la metodología sólo se ha trabajado con tres: temperatura media anual, temperatura mínima absoluta y

salinidad en la superficie del mar. El resto de mapas se producen tras el diseño e implementación de la metodología y será explicado en el epígrafe 6. *Producción de mapas empleando el modelo.*

Los dos primeros ficheros ráster, con datos de las temperaturas, provienen de la AEMET. Están en formato *.tif con una resolución de 1000x1000 metros de celda y en la proyección UTM huso 30 norte para la Península e Islas Baleares y en REGCAN95 y proyección UTM huso 28 norte para las Islas Canarias. El fichero ráster con información de salinidad tiene formato *.nc, su resolución es de 0,125x0,125 metros y su sistema de coordenadas es geográficas, WGS84.

La cartografía se elaborará con las herramientas del software ArcGIS en la versión 10.3.1 como se ha comentado. Dentro de cada documento de ArcMap, se emplean dos marcos de datos diferentes: uno destinado a las Islas Canarias y otro para la península y las Islas Baleares. De esta manera, activando uno u otro marco, se podrán contemplar los procesos aplicados a ambas zonas con diferente huso de la proyección. Cada archivo fuente de los mapas de prueba cuenta con su carpeta fuentes y con el archivo de especificaciones según la normativa interna dentro del Área de Cartografía Temática y ANE del IGN. El archivo digital se almacena en la intranet del ANE con un identificador del recurso que se establece en las especificaciones de la serie que se ha realizado. Además, se cuenta con imágenes de todos los mapas ya publicados que servirán como guía y elementos de ayuda a la valoración de los resultados, disponibles en la herramienta web El Buscón del ANE del IGN [4]. De hecho, se cuenta con imágenes de todos los mapas ya publicados en los atlas anteriores, que servirán como guía y ayuda a la valoración de los resultados que se vayan obteniendo.

5.2. DISEÑO PRELIMINAR DEL PROCESO

El objetivo del procedimiento es obtener un flujo de trabajo que permita, a partir de un ráster de entrada, obtener capas vectoriales de información para dibujar mapas de isolíneas, coloreando las áreas interlineales.

En primer lugar, para diseñar un mapa a partir de un fichero ráster de entrada, es necesario estudiar las características del mismo. Este paso previo es esencial para conocer la resolución del ráster de entrada para, en función de la escala del mapa final deseado, realizar un remuestreo y una generalización del mismo. A partir de aquí es cuando el trabajo se divide en dos caminos: uno orientado a la obtención la capa de isolíneas y otro a la de la capa de áreas, siendo ambas capas vectoriales.

Por un lado, la capa lineal necesita crearse mediante la construcción de isolíneas. Después, se realiza una simplificación de líneas para darle un aspecto suave a las mismas y, además, se ajustan las líneas al contorno del país o territorio de estudio.

Por otro lado, se trata la capa superficial construyendo primero polígonos a partir de la información del ráster. En este caso, serán necesario realizar simplificaciones en los polígonos: una para eliminar vértices innecesarios y otra para eliminar áreas que sean muy pequeñas, en función de la escala, que en el mapa final harían que el resultado no fuera lo suficientemente claro. También en este caso, se ajustarían las áreas al contorno de España o de la unidad administrativa correspondiente para adecuar los polígonos.

Una vez realizadas estas fases por separado, es necesario hacer que las capas vectoriales coincidan, por lo que se realiza una integración. Por último, se añadirán atributos a las capas en función de la normativa del ANE, se aplicarían escalas de color, se crearía la cartela y se prepararía el mapa final en formato *.pdf.

El proceso esquematizado puede verse en la figura 7 siguiente.

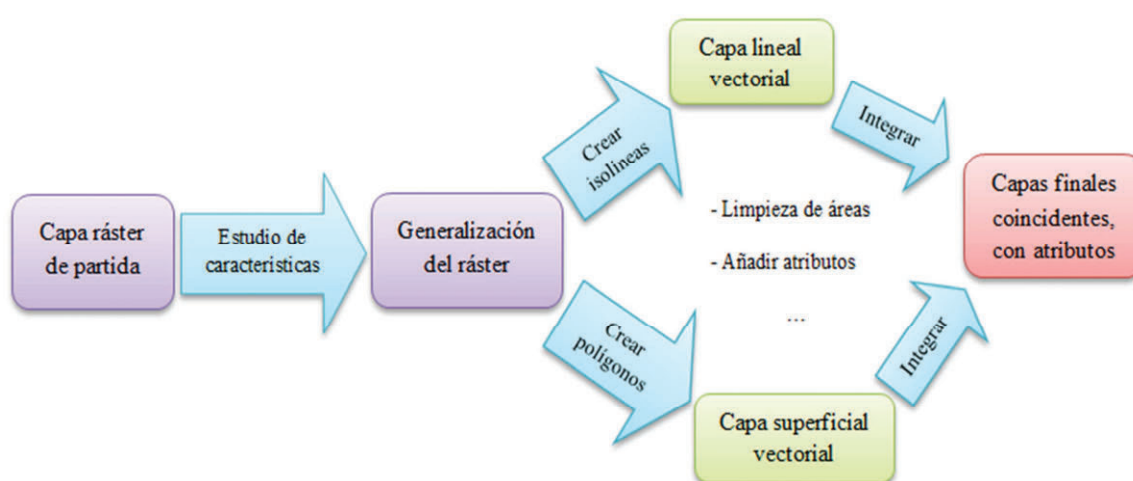


Fig. 7: Esquema inicial del flujo de trabajo a realizar.

Para alcanzar dicho resultado de forma automatizada y optimizar el flujo de trabajo, ha sido necesaria una investigación exhaustiva de las diversas opciones viables en cada fase realizada. En los apartados sucesivos se define cómo se han ido tomando las decisiones en cada una de las etapas del flujo de trabajo, exponiendo y explicando todos los caminos seguidos y su aceptación hasta alcanzar el proceso final.

5.3. EXPLORACIÓN DE HERRAMIENTAS Y FLUJO DE TRABAJO

Para realizar las pruebas, se parte de un fichero ráster en formato *.tif cedido por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) con datos de temperatura media anual en España (incluyendo islas pero no ciudades autónomas). Como guía para valorar el mapa final, se dispone del fascículo de climatología del último Atlas Nacional y de las nuevas directrices de edición indicadas para el nuevo Atlas según los requisitos de la AEMET, del IGN y de los expertos que han definido las necesidades a cubrir con el nuevo compendio.

5.3.1 Generalización del ráster y obtención de isolíneas

El ráster original para las pruebas contiene datos de temperatura media anual con tamaño de celda cuadrada de 1.000 metros, los valores van desde 0,771°C a 20,284°C tal como se muestra en la figura 8:

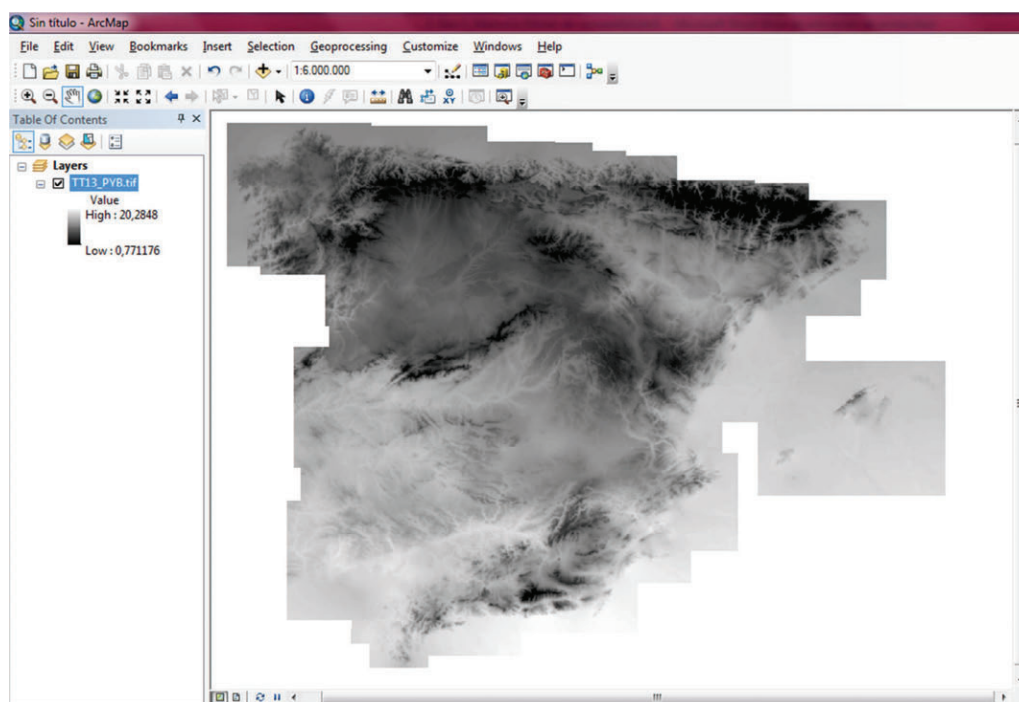


Fig. 8: Ráster de temperatura media anual. Fuente: AEMET.

Como toda generalización en cartografía, el objetivo es conseguir una visualización más legible en función de la escala del mapa que se quiere obtener.

Como la resolución del ráster es grande para la escala de mapa que se quiere, se requiere realizar un remuestreo y una generalización. Esta operación lo que facilita es la aceleración del

proceso y la reducción del tamaño de los datos que contiene el ráster [19]. Una menor resolución lo que hace es aumentar el tamaño de celda y, en consecuencia, difuminar los límites, tal como se muestra en la figura 9.

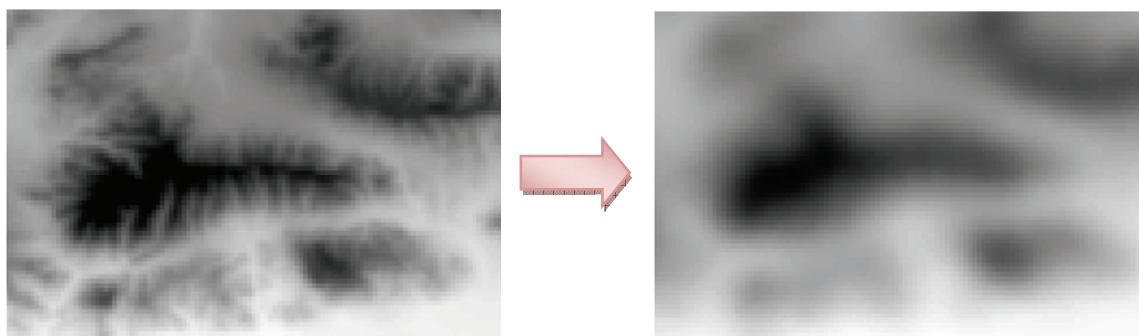


Fig. 9: A la izquierda, ráster original y ráster generalizado 5 celdas, a la derecha. Imagen presentada a escala 1:800.000.

Para este ráster concreto, se realiza una generalización con la técnica de interpolación del vecino más próximo, probando diferentes entornos de vecindad en función del número de celdas colindantes a la de estudio. Este algoritmo calcula, para cada celda, una estadística de los valores situados en una vecindad especificada a su alrededor y asigna, dicho valor, en la correspondiente celda del ráster de salida.

El rango de esta vecindad se indica en ArcMap mediante el parámetro radio. Por ello, se modifica este parámetro para probar desde 1 celda hasta 5 celdas; a mayor número mayor es la generalización. En consecuencia los valores también van modificándose, como se aprecia en la figura 10.

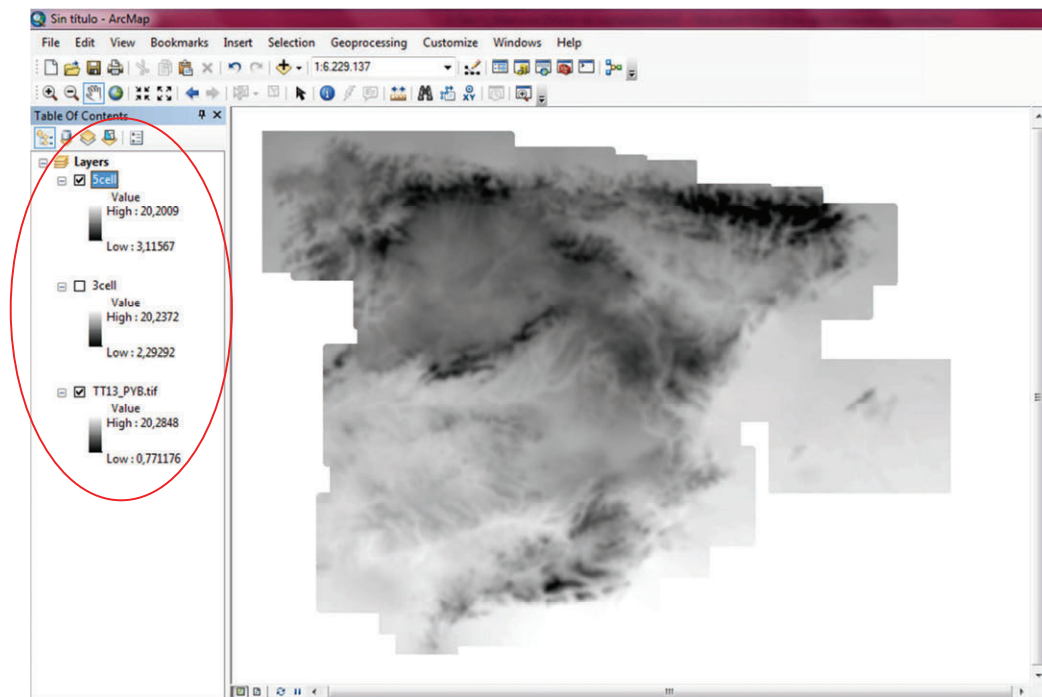


Fig. 10: Ráster generalizado con radio de 5 celdas como vecinos y haciendo media.

Para realizar este paso se emplea la herramienta predeterminada de ArcMap: *Spatial Analyst Tools* → *Neighborhood* → *Focal Statistics*. Tras realizar una secuencia de distintas combinaciones para los parámetros, se comprueba que la mejor combinación es *neighborhood* → *circle*, *units* → *cell*, *statistics type* → *mean*, ya que se desea un curvado suave y con curvas onduladas. Esta elección se basa en criterios visuales, que se comentan en el epígrafe 7.1. *Revisión visual sobre papel*, y leyendo las recomendaciones de ArcGIS [19].

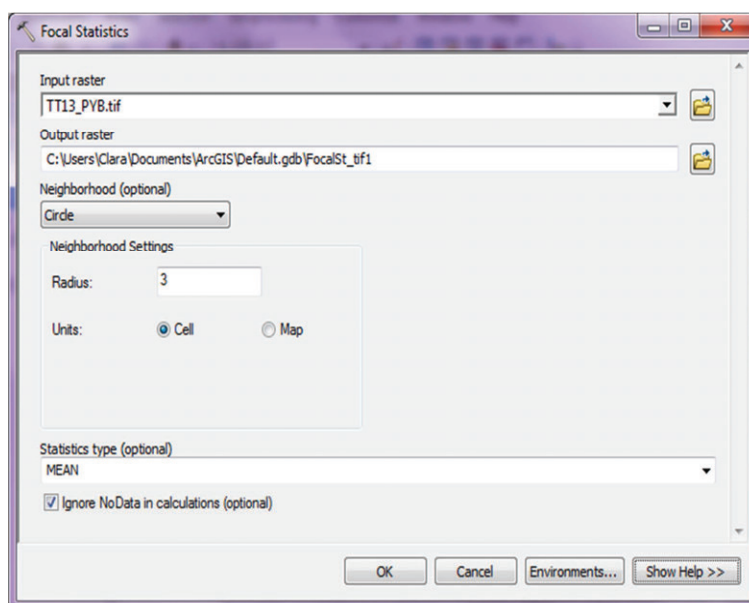


Fig. 11: Parámetros de entrada para Focal Statistics.

Para apreciar mejor el grado de generalización y obtener la capa de líneas necesaria, se crean las isothermas cada 2,5°C empleando la herramienta *Contour List*, indicando valores desde -2,5°C a 30°C.

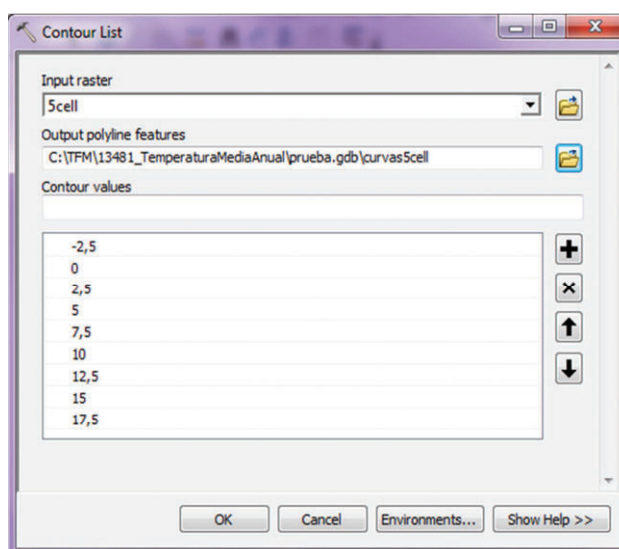


Fig. 12: Creación de isothermas desde ráster generalizado.

En este procedimiento, probado con radios desde 1 hasta 5 celdas, la generalización no se realiza, en ocasiones, correctamente o se produce demasiada simplificación de las líneas (ver figura 13).

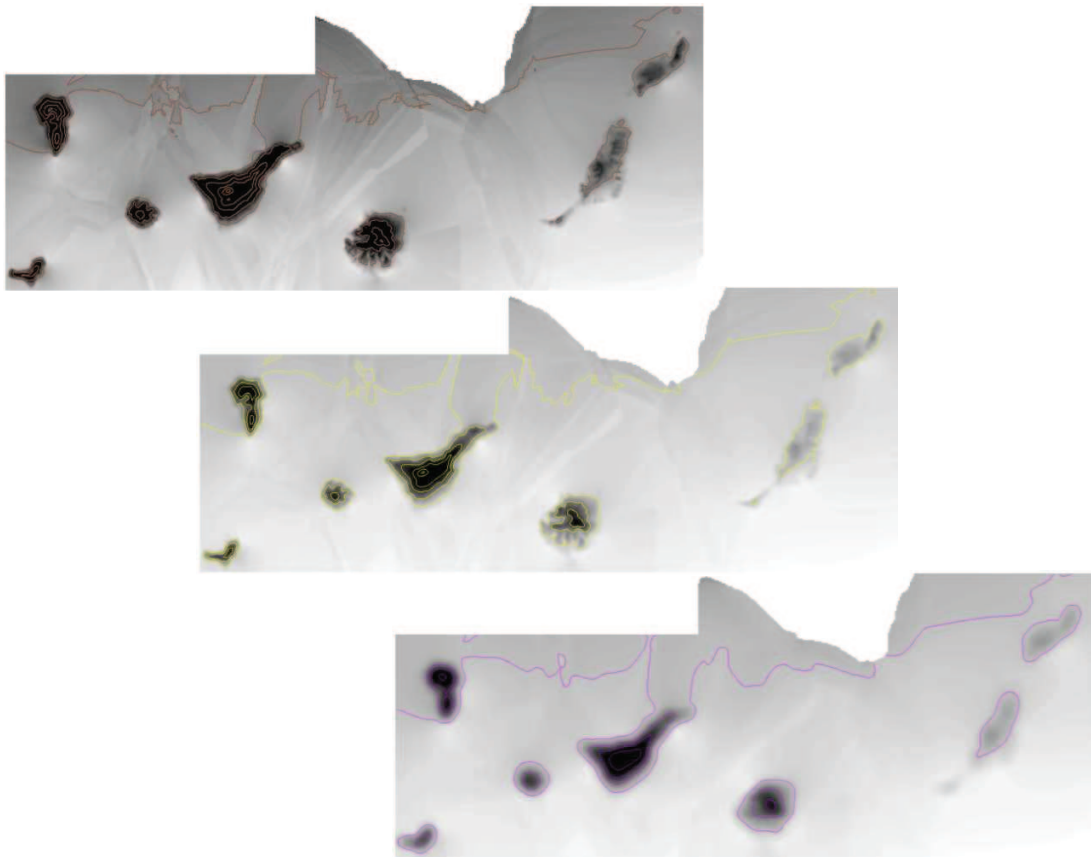


Fig. 13: Detalle de las isotermas del ráster original (imagen superior), desde Focal Statistics circle 1 Mean (imagen central) y desde Focal Statistics circle 5 Mean (imagen inferior).

Para decidir qué valor para el parámetro radio de la generalización es el más adecuado, se imprimen a la escala correspondiente y se realiza un análisis visual del aspecto que tendría el mapa con esa generalización (ver 7.1. *Revisión visual sobre papel*), que se decide en función del parámetro radio.

Tras este paso, ya es posible decidir el número de celdas a emplear en la simplificación de los archivos. En el caso de estos datos de prueba, se decidió simplificar los ráster con estas características empleando un radio de 3 celdas. Después, se procede a realizar una revisión de la generalización para no perder información excesiva ni obtener un producto ilegible.

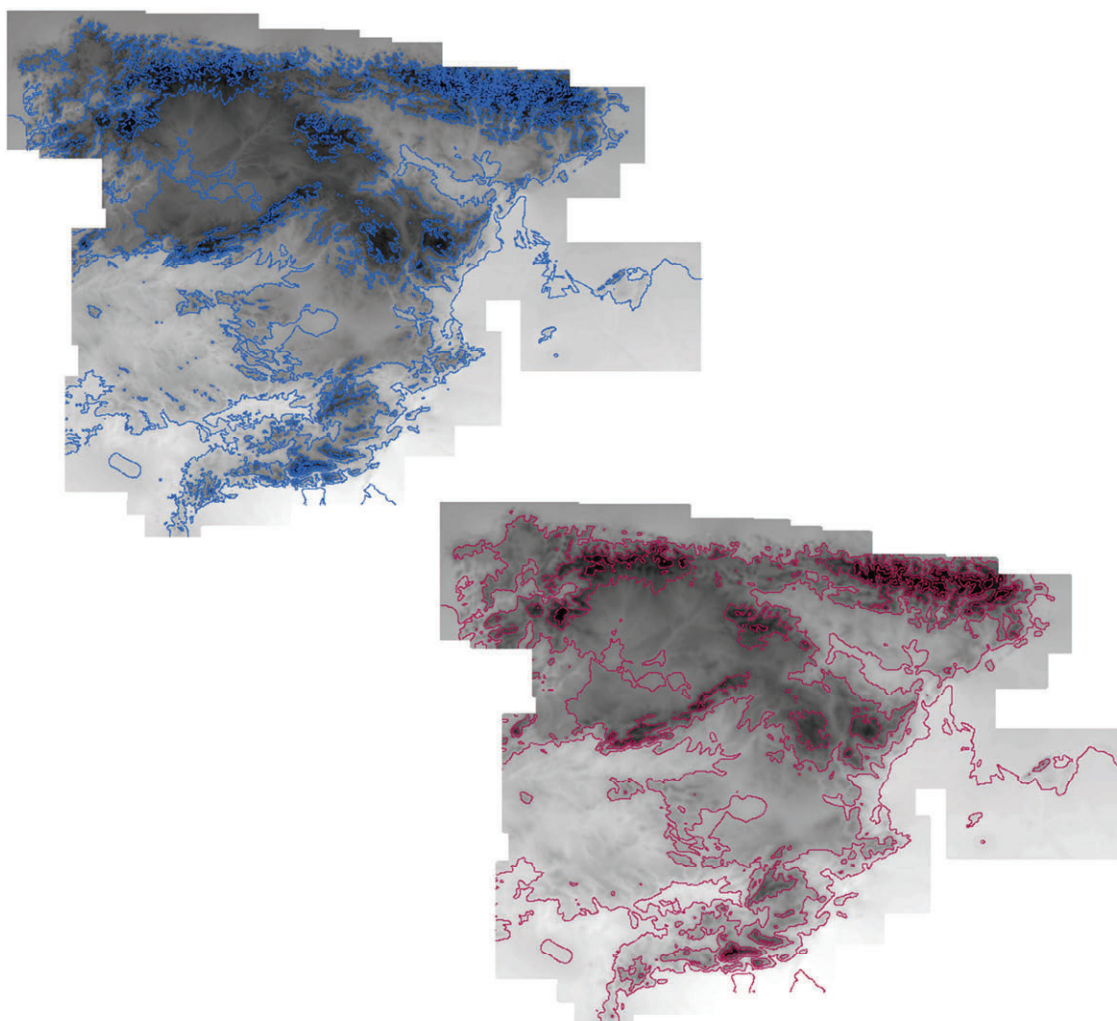


Fig. 14: Comparación de isotermas en la península desde ráster original (azul) con generalización de radio 3 celdas (rosa).

La tabla de atributos asociada a la capa vectorial de isotermas contiene varios atributos, entre ellos el atributo *contour* que es donde se almacena el dato en cuestión, en este caso, de temperatura media anual en grados Celsius. Ver figura 15.

Table				
curvas3cell				
OBJECTID *	Shape *	Id	Contour	Shape Length
92	Polyline	92	5	51752,130684
93	Polyline	93	12.5	4336,98325
94	Polyline	94	10	132558,209961
95	Polyline	95	5	11820,525232
96	Polyline	96	10	3977,251656
97	Polyline	97	5	79835,115505

Fig. 15: Tabla de atributos de la capa lineal.

Esta fase de generalizar para extraer las isolíneas es común a todos los procesos siguientes. La ventaja de este método es que se puede aplicar un procedimiento más automático por lo que permite reducir el tiempo de producción del mapa. Además, dicho proceso es aplicable a toda la serie, lo que resulta muy conveniente para la comparación de mapas en caso de que el usuario del atlas lo desee. Sin embargo, hay un problema que se plantea con el atributo *contour* que no queda completamente resuelto en esta operación.

La problemática para continuar con la edición de los mapas de isolíneas se presenta en la no coincidencia de las isolíneas con los polígonos. En consecuencia, el mayor obstáculo a superar es conseguir traspasar el atributo *contour* de la isolínea a los polígonos. Los polígonos deben indicar un valor superior y otro inferior de la isolínea para poder ser representados con un color en función del intervalo de curva de nivel en el que se encuentre. Para encontrar el mejor camino posible se realizan varias pruebas que se describen en los pasos siguientes.

5.3.2 Generación de superficies entre espacios interlineales

Como se ha comentado, con la generalización se ha obtenido la capa vectorial lineal, es decir, las isotermas. Ahora, se pretende conseguir la capa vectorial superficial, dicho de otra manera, se quieren obtener los polígonos correspondientes a las isolíneas.

Para alcanzar este objetivo, se realizaron varias pruebas de las que se explican dos que, si bien no dieron los resultados adecuados, interesa dejar constancia. Una de ellas crea un polígono envolvente para agregar la capa de líneas con la de polígonos. La otra procesa el archivo ráster con más intensidad antes de crear los polígonos vectoriales. A continuación se describen los dos caminos planteados para resolver este aspecto, si bien hubieron de ser rechazados.

- Método A: polígono envolvente y agregación.

En primer lugar, se crea un polígono mínimo envolvente que permite acotar las isolíneas y el contorno del país. Después, se transforma este contorno a forma lineal y se realiza una combinación con las isotermas creadas en el punto 5.3.1 *Generalización del ráster y obtención de isolíneas*. Con esto lo que se consigue es tener definidas las zonas entre isolíneas y los extremos de las mismas cerradas. Finalmente, con las delimitaciones lineales, se procede a crear los polígonos y eliminar aquellos que no son necesarios (como el contorno exterior).

Las fases y herramientas que hay que emplear para conseguir lo explicado anteriormente, son los siguientes. En primer lugar, se crea el contorno con la herramienta *Data Management Tools* → *Features* → *Minimum Bounding Geometry* con los parámetros *geometry_type* → *convex_hull* y *group_option* → *none* que son los más adecuados según la ayuda de ArcGIS, ver figura 16. Estos parámetros lo que especifican es que el polígono englobe completamente y se adapte a la forma que permita unir todos los extremos del contorno.

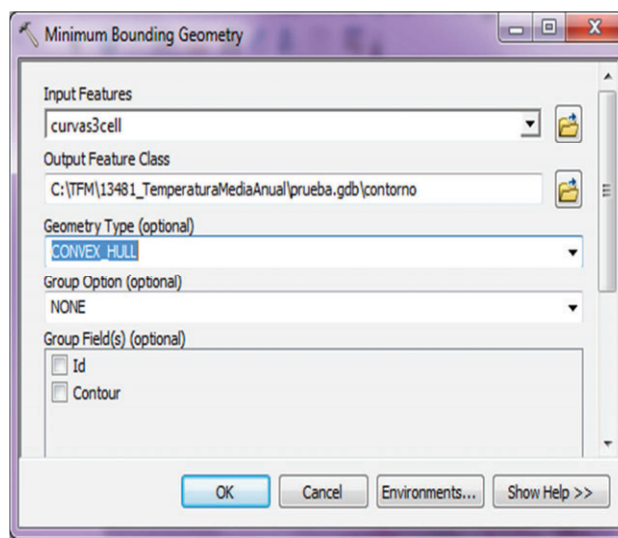


Fig. 16: Parámetros para la figura envolvente de las curvas.

A partir de este polígono envolvente se genera una capa lineal que marca el entorno de los futuros polígonos, con la herramienta *Data Management Tools* → *Features* → *Feature to Line*. A continuación, se realiza una combinación de las isolíneas con las líneas del polígono envolvente con la herramienta *Data Management Tools* → *General* → *Merge*. Este paso es temporal, la envolvente en realidad sirve para obtener la capa deseada de polígonos. La capa resultante se convierte a polígonos con la herramienta *Data Management Tools* → *Features* → *Feature to Polygon*.

Ahora es necesario eliminar de los polígonos creados el polígono envolvente, puesto que carece de interés (ver figura 17). El resto de polígonos serán las áreas que se colorearán entre las isolíneas.



Fig. 17: La figura superior (amarilla) es la capa que contiene el contorno y los polígonos creados. Esta capa (amarillo) se convierte en la capa de combinación de líneas y polígonos que, además, elimina el polígono envolvente (verde).

Como se puede apreciar en la figura 17, en este proceso se generan muchos polígonos muy pequeños, con información de temperatura media anual pero que se sitúan fuera del entorno de interés, que es el interior de las islas. Por ello, el siguiente paso consiste en encontrar la mejor manera de que los polígonos obtenidos sean los que realmente interesan. En consecuencia, se prueba la herramienta *Cartography Tools* → *Generalization* → *Aggregate Polygons* para ver cómo ArcMap unifica los recintos muy pequeños.

Es necesario indicar una distancia de agregación como parámetro de la herramienta mencionada. Puesto que se trata de obtener mapas cuyo fin es su publicación en formato papel y a escala fija, dicha distancia se elegirá en función de la escala del mapa (1:10.000.000) y del límite de percepción visual. Se elige la distancia 0,2 milímetros por el denominador de la escala, tal como muestra la fórmula siguiente:

$$Distancia = 0,2 \times D_{escala} \rightarrow 0,2 \times 10.000.000 = 2.000.000 \text{ mm}$$

El resultado no es del todo satisfactorio debido a la cantidad de discrepancias que surgen entre la capa de polígonos y la de isolíneas (que deberían ser coincidentes). Estas diferencias no son asumibles para la escala y, debido a ello, se rechaza el método A. No obstante, parte de este proceso es válido para la siguiente prueba, que comienza con la capa disponible de polígonos creados a partir de la combinación (*Merge*) de isolíneas con la envolvente para trabajar con el método B.

- **Método B: obtención de polígonos desde archivo ráster.**

La capa de polígonos, generada a partir de la combinación del polígono envolvente con las isotermas, se convierte a ráster con la herramienta *Conversion Tools* → *To Raster* → *Polygons to Raster*. El tamaño de la celda del ráster a realizar es 100 metros, muy por debajo del tamaño de la celda del ráster original (que era 1 km²), para conseguir una buena definición de las áreas.

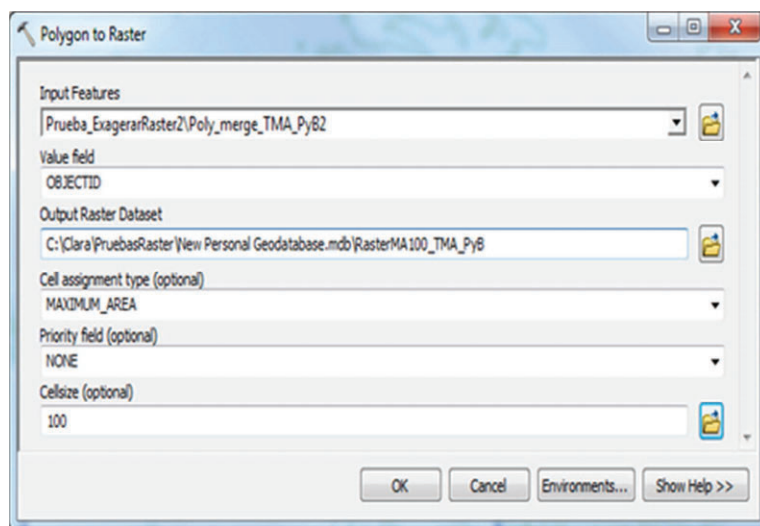


Fig. 18: Parámetros de la herramienta *Polygon to Raster*.

Después, se emplea *Spatial Analyst Tools* → *Generalization* → *Expand* para expandir tres celdas el ráster en función de una serie de valores elegidos de los atributos de la capa anterior, ver figura 19. El objeto de esta acción es conseguir traspasar el atributo *contour* de las isolíneas a los polígonos.

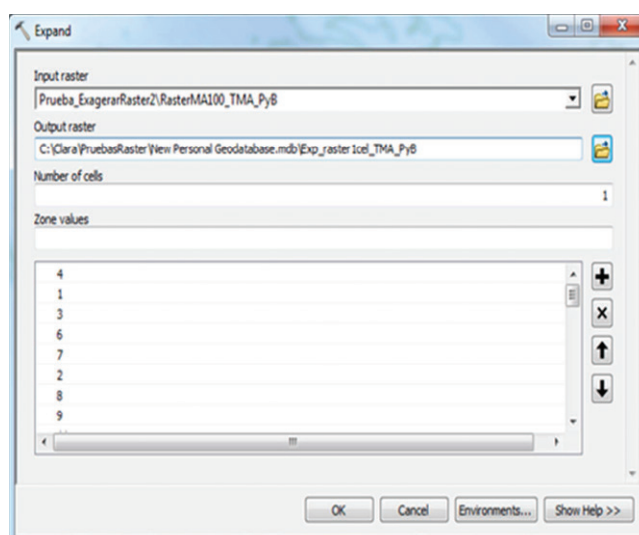


Fig. 19: Parámetros de la orden *Expand* que actúa sobre la capa ráster.

A continuación, se vuelve a convertir el ráster resultante a polígonos con la herramienta *Conversion Tools → From Raster → Raster to Polygons*. En este momento se retoma la idea de la agregación para ver si esta vez las discrepancias entre las capas vectoriales de isolíneas (generadas en el punto 5.3.1 *Generalización del ráster y obtención de isolíneas*) y la de polígonos (recién obtenida) son aceptables. Para ello, se emplea la herramienta *Cartography Tools → Generalization → Aggregate Polygons* con parámetro de distancia a 2.000 metros tal como se ha explicado antes.

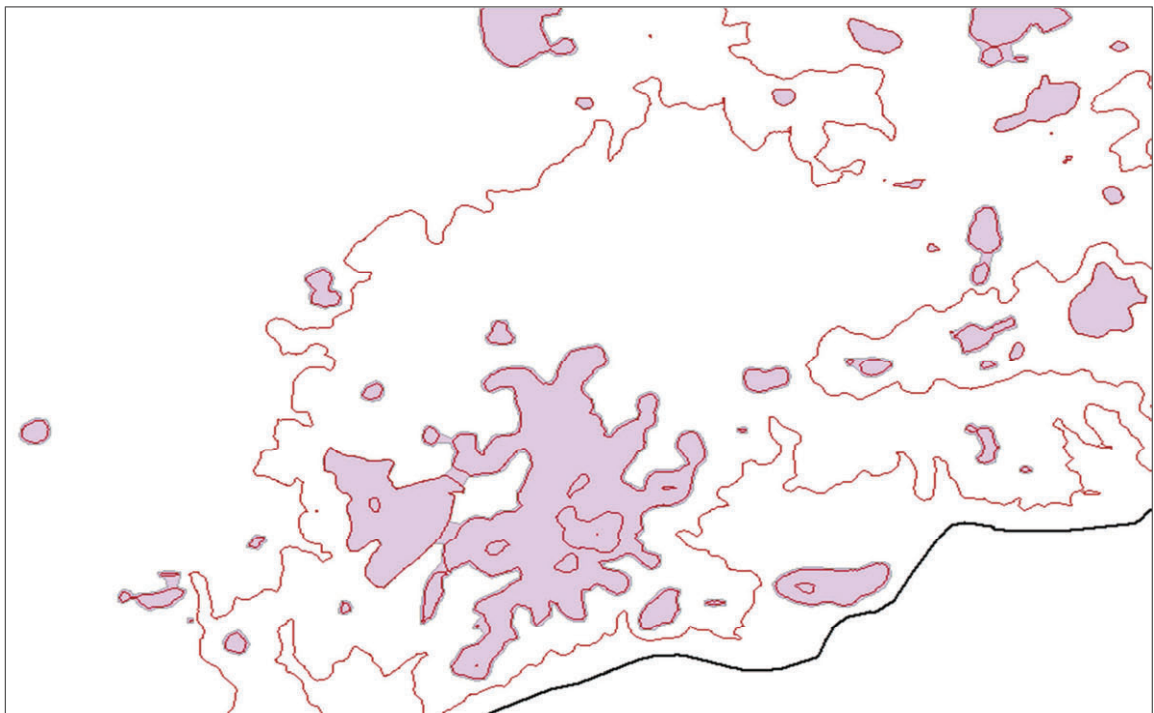


Fig. 20: Isolíneas originales (rojo) y polígonos agregados según los parámetros establecidos (morado).

Con este proceso se ha obtenido una correcta definición de los polígonos, aunque aún no se conserve atributo *contour* de las líneas. Como se ve en la figura 20, no se consigue una coincidencia completa con las líneas ni un resultado correcto para todos los casos ya que solamente funciona bien con curvas cerradas y de pequeño tamaño. Se estudian las diferencias de forma visual y de forma analítica, empleando la fórmula del límite de percepción visual. Como estas discrepancias no son asumibles este proceso se considera no adecuado para conseguir la capa de polígonos con los atributos de la capa lineal.

La generación de superficies queda condicionada al proceso que consiga no sólo los polígonos deseados sino la transferencia del atributo *contour* de líneas a las áreas. Solucionar este problema es la clave para poder conseguir los mapas de isocoropletas.

5.3.3 Traspaso de atributos lineales a los polígonos

En esta fase, se pretende encontrar un proceso, lo más automático y fidedigno posible, para conseguir atribuir a los polígonos el valor de la isolínea superior e inferior, de tal manera que luego puedan hacerse corresponder dichas áreas al intervalo al que pertenecen, para ser coloreadas con el correspondiente color de la leyenda. El intervalo es, en realidad, el valor de las isolíneas en función de la equidistancia.

Para llegar a definir el proceso que atribuirá el color adecuado a los espacios entre líneas, ha sido necesario realizar una serie de pruebas con desigual resultado, que se exponen a continuación.

- **Método A: Creación del atributo “Interval” mediante *Spatial Join*.**

El primero de los ensayos consistió en realizar una unión espacial entre las capas vectoriales. Se emplea la capa de isothermas generada en el apartado 5.3.1 *Generalización del ráster y obtención de isolíneas* y la capa de polígonos obtenida directamente del ráster original (herramienta *Conversion Tools* → *From Raster* → *Raster to Polygons*).

Se emplea la herramienta *Analysis Tools* → *Overlay* → *Spatial Join* con la opción *SHARE_A_LINE_SEGMENT_WITH*, ver en la figura 21. En este caso, “*las entidades de unión se harán coincidir si comparten un segmento de línea con una entidad objetivo*” [19], pudiendo ser entidades de unión y destino líneas o polígonos. Además, se fuerza a que la unión sea *JOIN_ONE_TO_ONE*, que hace que “*si se encuentran varias entidades de unión que tengan la misma relación espacial con una sola entidad de destino, se agregarán los atributos de las múltiples entidades de unión*” [19].

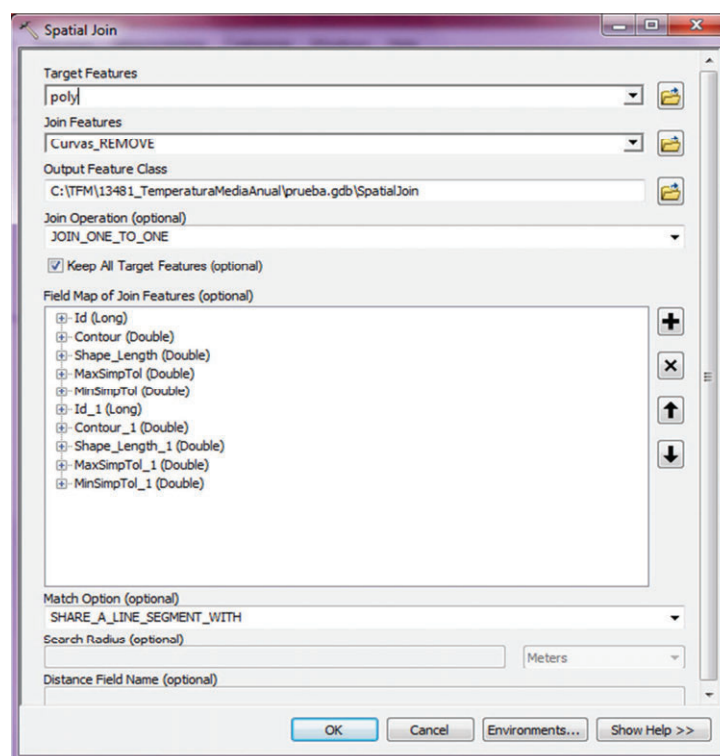


Fig. 21: Unión espacial de capas lineal y superficial.

En el resultado, la transmisión del valor de la curva al polígono realizó una selección aleatoria de los valores, en consecuencia, cimas, depresiones y polígonos extremos no tenían atributo o era erróneo. Por consiguiente, este método no permite generar correctamente el atributo “Interval” y hubo de descartarse.

- Método B: Creación del atributo “Interval” mediante puntos auxiliares.

Tras consultar e investigar varias opciones se realizó la siguiente prueba, que consistía en obtener dos puntos, muy cercanos a las isoterma, dentro de cada polígono que contuvieran la información de los límites del intervalo a representar por color.

Primeramente, se crearon nuevas líneas en un intervalo muy pequeño de la isoterma real (por ejemplo, 4.9 y 5.1). Después, se transformó a punto forzando que éste se encontrase en la línea (*Data Management Tools* → *Features* → *Feature to Point*). De esta manera se consiguió tener dos puntos en cada polígono con datos de dos curvas de nivel. Los puntos contenían el atributo *contour* de la línea de la que provenían, que era el atributo que se necesitaba conocer para colorear los

polígonos. El inconveniente era que en algunos polígonos muy pequeños no se podían crear varios puntos.

A continuación, se realizó una unión espacial entre los puntos obtenidos y la capa de polígonos, creando dos atributos nuevos como “val_sup” y “val_inf” según especificaciones del ANE. Realizando una edición de los campos y completándolos se pudo obtener otro atributo “Interval” que sirve para representar los colores.

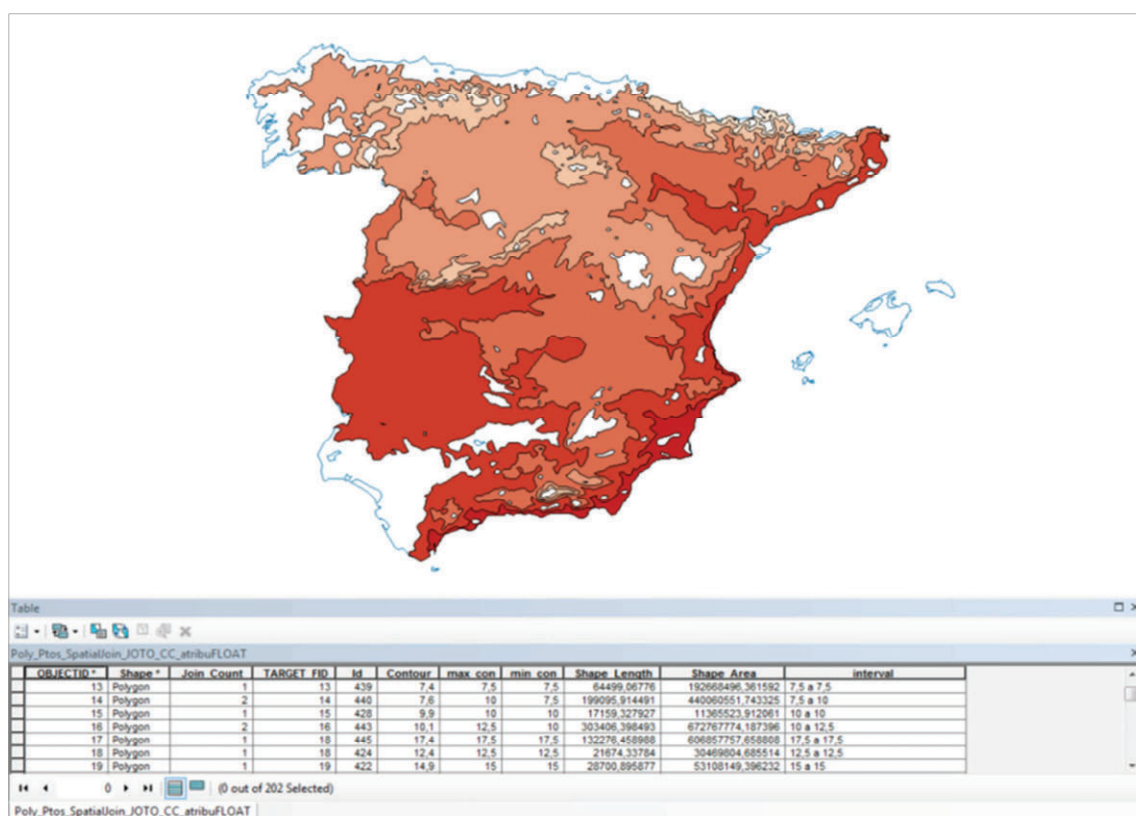


Fig. 22: Aproximación automática al aspecto final buscado y tabla de atributos asociada.

El problema de los extremos, depresiones y cimas no se consiguió resolver sin realizar una revisión exhaustiva y manual de los resultados mencionados, ver figura 22. Es más, la cantidad de polígonos sin resolver hacen que este procedimiento no pueda ser automatizado y complique la creación del mapa deseado. Debido a estas razones, el método B hubo de ser descartado.

- Método C: Creación del atributo “Interval” a partir de una reclasificación del ráster.

La última prueba consistió en crear un ráster intermedio que contenga los valores de límite superior e inferior de la línea mediante una reclasificación. A partir del ráster generalizado con

Focal Statistics, se realizó la reclasificación de tal manera que se agruparon los píxeles que estaban representados por el mismo intervalo (*Spatial Analyst Tools* → *Reclass* → *Reclassify*, ver figura 23). Como esta herramienta de ArcGIS sólo permite reclasificar a números enteros se crea un código desde donde luego se puedan extraer los valores de los atributos “val_sup” y “val_inf”.

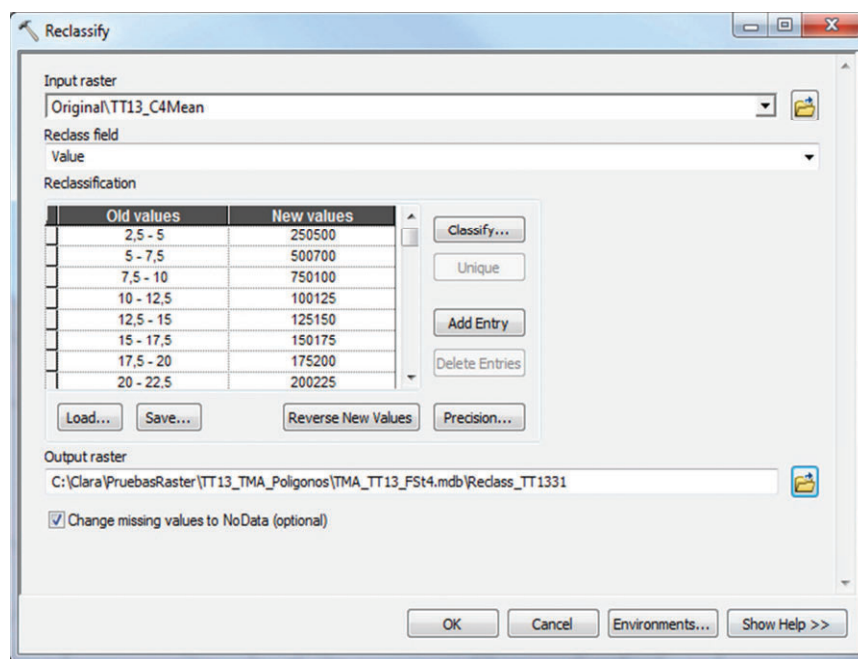


Fig. 23: Codificación de la lista de valores en la reclasificación del ráster.

En concreto, la codificación es un número de 8 caracteres, donde el intervalo inferior va escrito primero. Se establecen los intervalos adecuados según la equidistancia de isolíneas a obtener, ver ejemplo de la figura 23. Si los valores son positivos, en el atributo *gridcode* (*new values*) de la clasificación se pondrá los extremos del intervalo como un único número añadiendo ceros hasta obtener ocho cifras de tal forma que luego ArcMap pueda hacer una colocación automática de los valores obtenidos.

Por ejemplo, para el intervalo 22,5 a 25 se reclasificará como 22502500. En caso de ser un intervalo menor, como 2,5 a 5, se reclasifica al número 2500500 (evitando el cero inicial puesto que ArcMap lo eliminará). Si los valores del intervalo son negativos, se reclasificará de la misma manera pero añadiendo un signo negativo delante del nuevo valor, por ejemplo de -35 a -32,5 se reclasificará como -35003250. Establecer de forma adecuada los valores de reclasificación hará posible que los atributos añadidos con posterioridad (“val_sup”, “val_inf” e “interv”) aparezcan correctamente creados. En caso de que el intervalo comience en cero como ArcMap elimina los

ceros a la izquierda, se propone sustituirlo por un número identificable, por ejemplo el intervalo de 0 a 2,5 en lugar de poner reclasificado a 0000250 indicar 9000250 y, posteriormente, corregirlo manualmente.

El resultado se transforma a polígonos, los cuales mantienen el atributo *gridcode* con el valor asignado en la reclasificación. Este método C es válido, ya que consigue la capa vectorial de polígonos y, además, transmitir el atributo *contour* de las isolíneas a los polígonos, con ayuda del atributo *gridcode*. Más adelante, se hará coincidir esta capa con la de isolíneas.

5.3.4 Limpieza de las capas

Retomando la capa inicial de isolíneas, capa inicial creada con la herramienta *Contour List* tras generalizar el ráster, es necesario realizar una simplificación de líneas y limpieza de áreas muy pequeñas, eliminando aquellas que estén por debajo de la resolución geométrica de superficies según especificaciones del ANE. Como se muestra en la figura 24, hay áreas muy pequeñas que hacen que el aspecto visual final quede emborronado.



Fig. 24: Las áreas pequeñas, como las macadas en la imagen, deben ser limpiadas para obtener un buen resultado final.

Es sobre estos elementos lineales sobre las que se realiza una limpieza. En primer lugar, se simplifica la línea con *Cartography Tools* → *Generalization* → *Simplify Line*, indicando como algoritmo de simplificación POINT_REMOVE, que realiza una eliminación de vértices. Este procedimiento ha sido aplicado en muchos procesos del ANE, a consecuencia de ello, ya tienen

unos parámetros recomendados en función de la escala. En el caso de esta serie, cuyo límite de percepción visual a escala es de 2.000 metros, se recomienda un valor para POINT_REMOVE entre 600 y 1.000 metros.

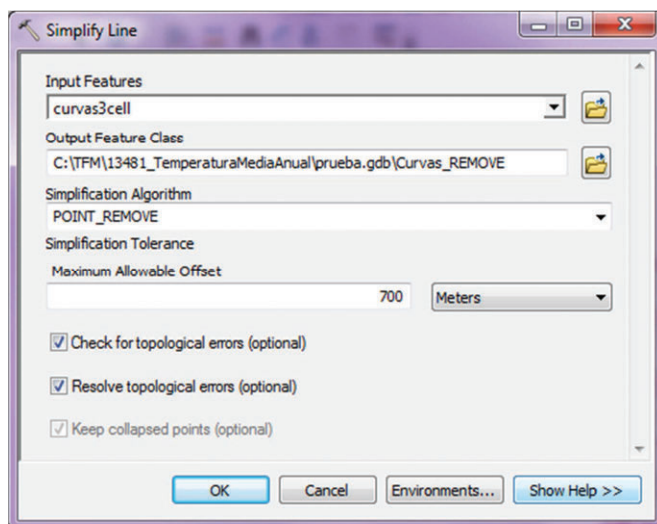


Fig. 25: Algoritmo de simplificación de líneas POINT_REMOVE.

Se realizan varias pruebas con este parámetro empleando desde 500 a 900 metros de *offset*. El mejor valor para este mapa de temperatura media anual es de 700 metros para el algoritmo de POINT_REMOVE, se muestra en la figura 25.

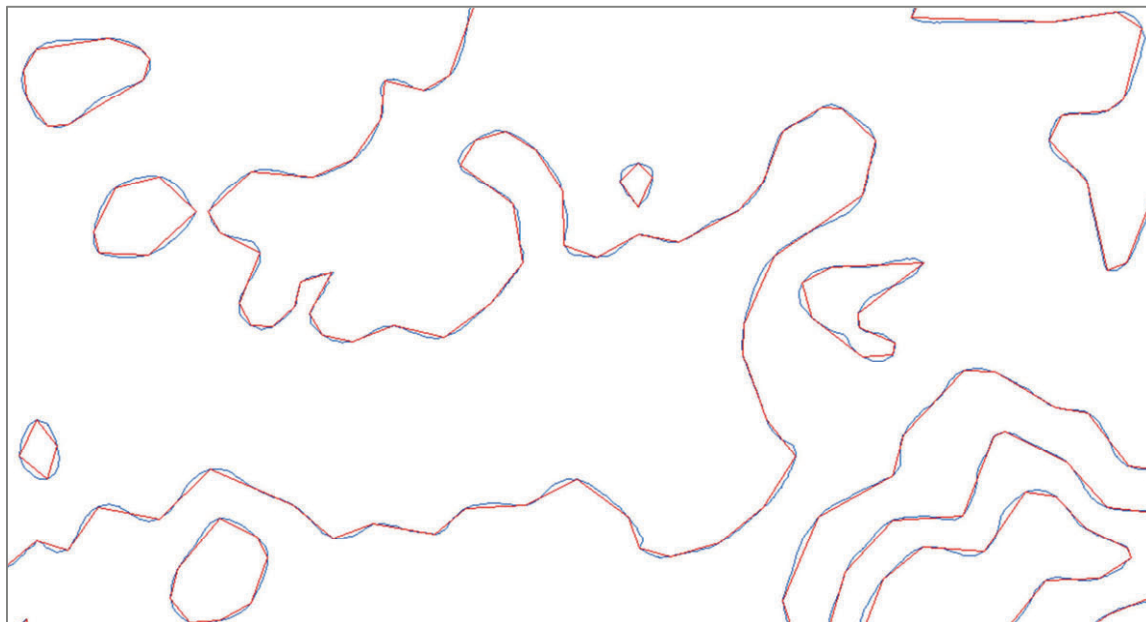


Fig. 26: En azul línea original y en rojo línea simplificada con el algoritmo POINT_REMOVE. Figura visualizada a escala 1:400.000.

Esta simplificación a escala, permite comprobar los cambios (con diferencias entre 100 y 500 metros) que, no obstante, no serán apreciados a la escala final de diez millones. Ver figura 26.

Respecto a los polígonos, obtenidos con el método C según se ha explicado en el epígrafe anterior, también se requiere hacer una limpieza de áreas pequeñas que en gran medida coinciden con las isolíneas cerradas que se acaban de eliminar de la capa lineal. Este paso es algo más complejo porque requiere capas intermedias.

Una de estas capas nuevas es una temporal que sirve para almacenar las áreas no significativas del mapa. En esta capa, dentro de la tabla de atributos, aparece un campo *Shape Area* donde se puede localizar las áreas muy pequeñas. Se seleccionan las áreas de menos de 1600 hectáreas (según escala y límite de percepción visual) y se llevan a una capa temporal nueva. Con la capa de áreas pequeñas y con la original de áreas se realiza un eliminado (herramienta *Analysis Tools* → *Overlay* → *Erase*). De esta manera, se obtiene la capa de polígonos adecuada y se puede continuar.

Por último, es necesario eliminar todas las isolíneas que queden fuera del territorio. Para ello se emplea la herramienta *Clip*.

El aspecto tras la limpieza queda reflejado en la siguiente figura 27.



Fig. 27: Aspecto general del mapa de isolíneas tras limpieza de líneas y áreas.

5.3.5 Integración de la capa lineal y superficial

De la fase anterior se tiene la capa superficial y la capa lineal limpias según los criterios de escala. Aunque hay diferencias en algunos lugares entre las capas vectoriales son asumibles para la escala seleccionada. No obstante, estas discrepancias deben resolverse de tal forma que la capa superficial y la lineal coincidan completamente. Por ello, se realizan varias pruebas trabajando con una unión espacial entre puntos derivados de estos polígonos y los polígonos procedentes de la primera parte del proceso (descrito previamente en el punto 5.3.3 *Traspaso de atributos lineales a los polígonos*). Esta vía no resulta adecuada porque vuelven a aparecer errores en cimas y depresiones así que queda descartada.

En consecuencia, se decide emplear una integración entre la isolínea (creada en el apartado 5.3.1 *Generalización del ráster y obtención de isolíneas*) y los polígonos procedentes de la reclasificación del ráster (método C de apartado 5.3.3 *Traspaso de atributos lineales a los polígonos*) que tienen entre ellas ciertas diferencias como se muestra en la figura 28. La herramienta empleada es *Data Management Tools* → *Feature Class* → *Integrate*.

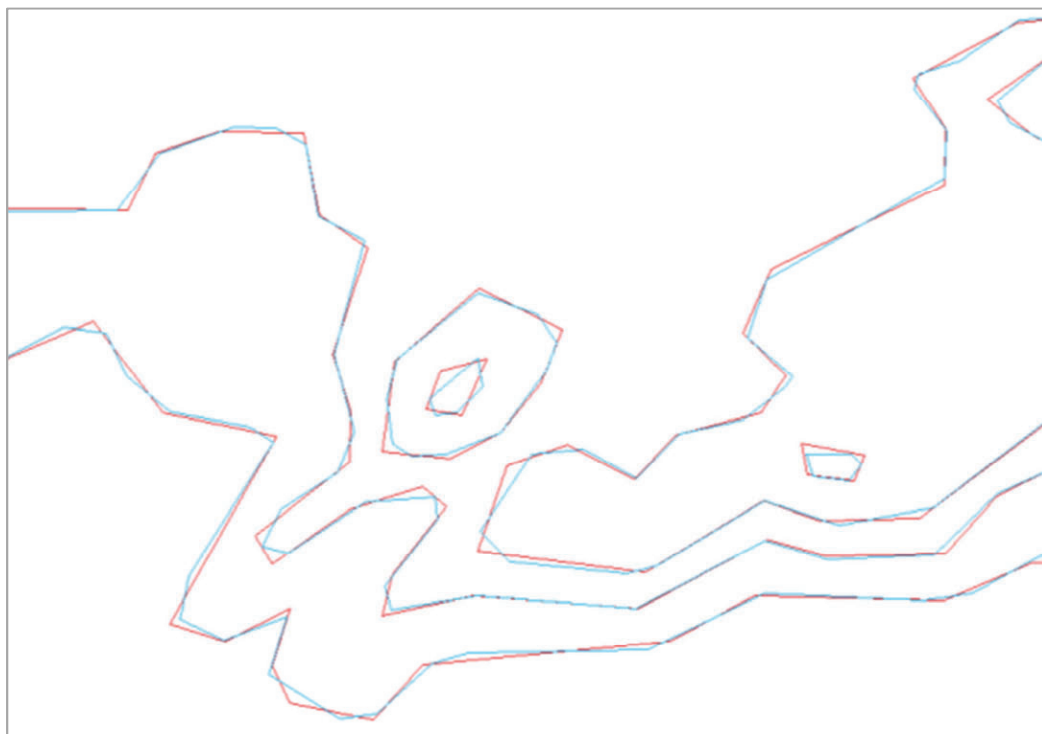


Fig. 28: Capa de isolíneas y capa de polígonos antes de la aplicación de la herramienta Integrate.

El resultado no es una capa nueva sino la modificación de ambas, manteniendo cada una sus atributos, de tal manera que se obtiene una única línea coincidente en función de una tolerancia en XY dada. Para deshacer los cambios de la integración es necesario tener iniciada una sesión de edición en el ArcMap.

En este caso, la tolerancia se establece entre 600 y 1.000 metros, ya que dependiendo de la cercanía entre isolíneas será mejor emplear una tolerancia mayor o menor. Un valor excesivamente bajo para la tolerancia haría necesaria una gran corrección manual del resultado. Por otro lado, un valor excesivamente alto deformaría las isothermas y, también, haría necesaria una gran corrección manual. Se recomienda elegir este parámetro según la cercanía de las curvas de nivel, considerando que si estas están muy juntas en el mapa, se requiere un valor de tolerancia menor que si aparecen separadas. Un valor intermedio y predeterminado, adecuado a las características de los mapas a elaborar, sería 800 metros. El resultado para los datos de prueba se puede apreciar en la figura 29.

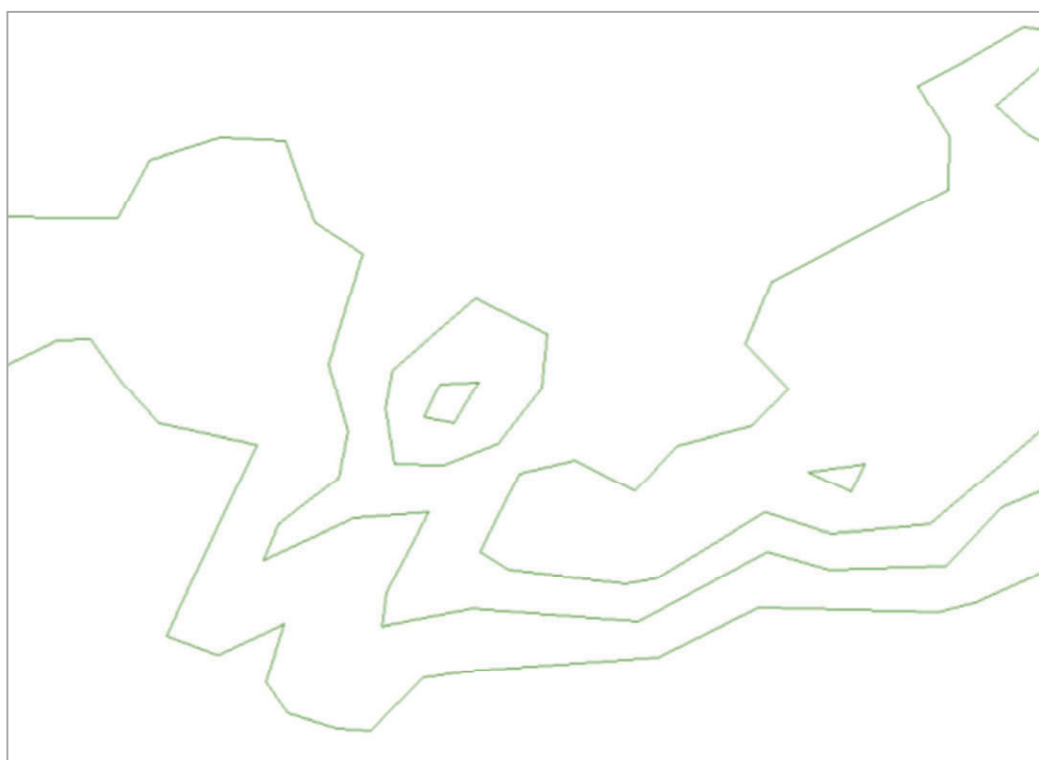


Fig. 29: Resultado de la unión de capas mediante la herramienta Integrate.

5.3.5 Flujo de trabajo final

Para concluir, tras todas las pruebas realizadas, es posible establecer un procedimiento optimizado para conseguir el objetivo principal del trabajo: obtener capas vectoriales adecuadas para elaborar mapas de isocoropletas partiendo de un archivo ráster. En la figura 30 se muestra un esquema con los pasos del procedimiento.

El proceso tiene una parte común (la generalización del ráster) y, después, se divide en dos para tratar por separado la capa lineal y la capa superficial. En una tercera fase ambas capas se integran para hacerlas coincidentes.

El camino para la capa lineal es crear isolíneas (herramienta *Contour List*) a partir del ráster generalizado. Estas líneas se simplifican mediante el algoritmo de eliminación de vértices (POINT_REMOVE). A continuación, se realiza una limpieza de las isolíneas que forman áreas menores de 400 hectáreas (según escala). Y, finalmente, se realiza un recorte (herramienta *Clip*) para hacer coincidir la capa con el contorno de España.

Respecto a la capa superficial, se lleva a cabo una reclasificación del ráster generalizado para conseguir mantener los valores correspondientes de “val_sup” y “val_inf” de isolíneas. Más tarde, este ráster se transforma a polígonos (*Raster to Polygons*), que pasan por un doble proceso de simplificación. En primer lugar se simplifica la curvatura de los polígonos y, después, se pasa el algoritmo de eliminación de vértices. A continuación, se limpia la capa de todas aquellas áreas demasiado pequeñas (algoritmo BEND_SIMPLIFY) y que estropearían el aspecto visual y la legibilidad del mapa. Por último, se realiza un recorte para hacer conforme la capa con el contorno de España.

En última instancia, se vuelven a unir las dos capas (lineal y superficial) mediante la integración de las líneas y polígonos según la tolerancia dada. Se comprueba la tabla de atributos de las dos capas resultantes y se adecúan los atributos según las normativas del ANE. Se crean los atributos “val_sup”, “val_inf” e “interv” tal y como se detallará en los siguientes apartados.

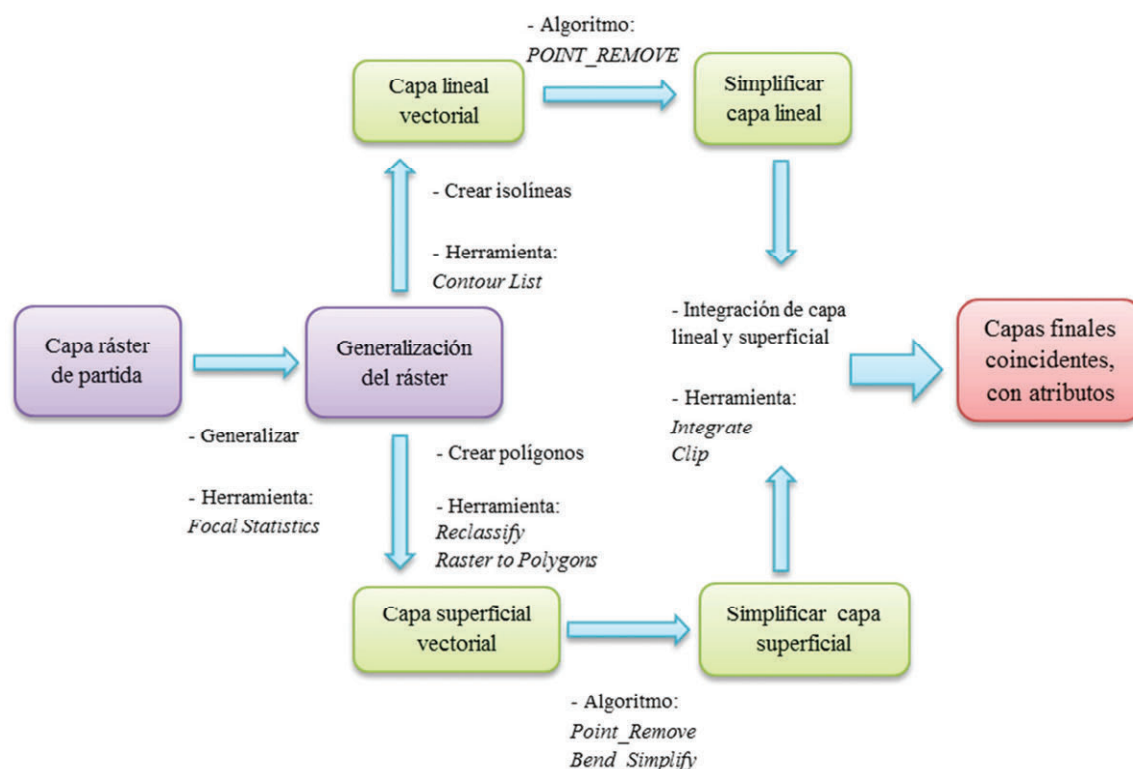


Fig. 30: Esquema de trabajo aplicando las herramientas de ArcGIS.

5.4. CREACIÓN DE PARÁMETROS EN LA FC

Los mapas de prueba obtenidos durante los procesos anteriores aún no están completos. Una vez se tienen las capas resultantes tras la integración, se deben completar las tablas de atributos y añadir toda información que permita simbolizar el mapa. Los pasos a seguir se definen y explicar en los siguientes epígrafes.

5.4.1 Extracción de atributos desde otro atributo

En primer lugar, se actúa sobre la capa superficial conseguida para realizar las siguientes modificaciones. De la reclasificación lo que se obtiene es un atributo, llamado *gridcode*. Con este atributo se obtienen los atributos de valor superior e inferior (“val_sup” y “val_inf”) que corresponden a las isolíneas que componen el polígono.

También, la tabla de atributos adjunta a la capa, ver figura 31, contiene otros atributos que serán eliminados pues no aportan información al mapa final como “MaxSimpTol”, “MinSimpTol” y “ORIG_FID”.

OBJECTID	Shape	Id	gridcode	MaxSimpTol	MinSimpTol	ORIG_FID	Shape_Length	Shape_Area
2	Polygon	2	10001250	73724,942837	212663828,918577	2	73741,204745	212759546,367552
3	Polygon	4	2500500	30522,146166	61904962,137885	4	30504,974589	61835441,975116
4	Polygon	8	5000750	107754,594832	183309557,365016	8	106850,565849	169973679,175434
5	Polygon	9	7501000	163252,990357	136533642,116142	9	162438,106083	150944853,017254
6	Polygon	10	10001250	185415,47889	206678543,213845	10	185596,809274	201181155,962725
7	Polygon	11	12501500	290837,510484	1712477407,033143	11	194187,854763	136640963,501765
8	Polygon	14	10001250	85444,673125	307351904,288381	14	85468,7475	307525303,542546
9	Polygon	15	-2500000	21915,289801	33431885,577685	15	21488,008797	32996212,773299
10	Polygon	16	3000250	76623,643107	139538895,143459	16	76209,588673	143031281,964232
11	Polygon	17	2500500	134164,906238	198823227,677795	17	134186,191633	195841092,687707

Fig. 31: Tabla de atributos asociada a la capa de polígonos resultante de la integración.

Se recomienda abrir la edición de la capa para poder deshacer los cambios si fuera necesario. A continuación, se crean los atributos nuevos mediante *Add Field* y *Calculate Field* del menú de la tabla.

Este es el momento de calcular el valor inferior, “val_inf”, mediante la siguiente fórmula:

$$(\text{ROUND}([\text{gridcode}]/10000,0))/100$$

Esta fórmula funciona porque *gridcode* es un número entero de 7 u 8 caracteres. Al redondearlo, indicando cero, se especifica que no se quiere decimales (que corresponderían con el valor superior). Al dividirlo por 10.000 lo que se consigue es quedarse con los 4 dígitos primeros (que corresponden con el valor inferior buscado). Una vez con los 4 primeros dígitos sólo hay que dividir por 100 para que salga la equidistancia adecuada. Por ejemplo, si en *gridcode* hay 12501500 ($\text{ROUND}([\text{gridcode}]/10000,0)$ consigue el número primero 1250, al dividir este por 100 se obtiene el valor real inferior: 12,5.

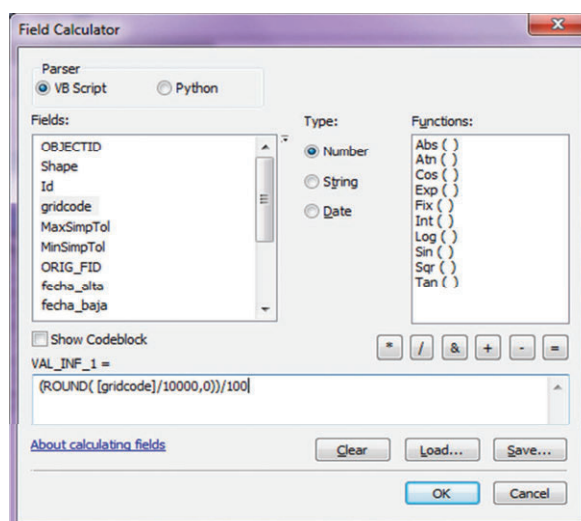


Fig. 32: Cálculo del atributo “val_inf”.

Después, calcular el “val_sup” es sencillo. Se crea el atributo, tipo *float* como el anterior. El “val_sup” se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{val_inf} + 2,5$$

El valor corresponde con la equidistancia de las curvas de nivel, conocida con antelación en la definición del mapa que se está elaborando para el compendio del ANE.

Por último, el atributo con el valor del intervalo (“interv”) se obtiene creando un atributo de tipo *string*. Este se deriva de los dos atributos creados antes, uniéndolos.

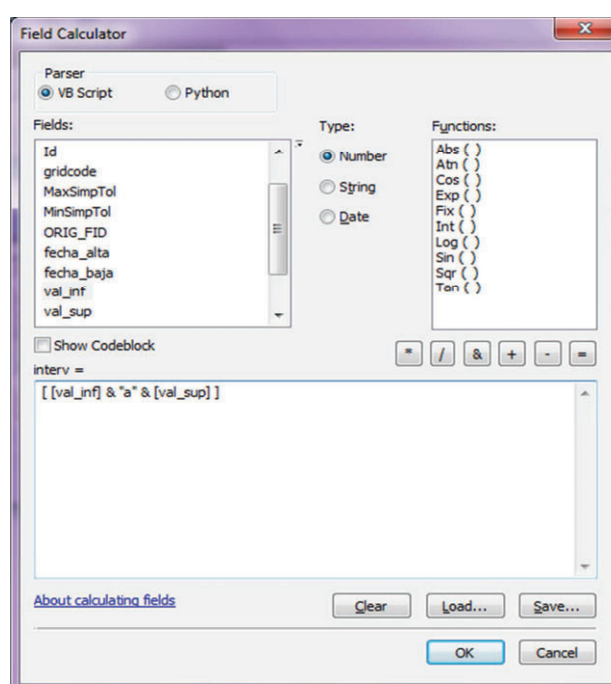


Fig. 33: Cálculo del atributo “interv”.

La tabla de atributos tiene el aspecto que muestra la figura 34.

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	MaxSimpTol	MinSimpTol	ORIG FID	val_inf	val_sup	interv	Shape Length	Shape Area
3	Polygon	4	2500500	30522,148166	61904962,137885	4	2,5	5	2,5 a 5	30504,974589	61835441,975116
4	Polygon	8	5000750	107754,594832	183309557,365016	8	5	7,5	5 a 7,5	106850,565849	169973679,175434
5	Polygon	9	7501000	163252,990357	138533642,116142	9	7,5	10	7,5 a 10	162438,106083	150944853,017254
6	Polygon	10	10001250	185415,47889	208676543,213845	10	10	12,5	10 a 12,5	185596,809274	201181155,962725
7	Polygon	11	12501500	290837,510484	1712477407,033143	11	12,5	15	12,5 a 15	194187,654763	136640963,501765
8	Polygon	14	10001250	85444,673125	307351904,288381	14	10	12,5	10 a 12,5	85468,7475	307525303,542548
9	Polygon	15	-2500000	21915,289801	33431885,577665	15	-2,5	0	-2,5 a 0	21488,008797	32996212,773299

Fig. 34: Tabla de atributos de polígonos tras la creación de “val_inf”, “val_sup” e “interv”.

5.4.2 Estructura interna de las capas: otros atributos

Tras la correcta asignación de los valores, llega el momento de añadir los atributos que obligan las normas del ANE como son: “rotulo”, “fecha_alta” y “fecha_baja”. La fecha de alta indica el momento de los datos, actuando como metadatos. La fecha se extrae de la información que envía la AEMET con los ráster, en el caso de la serie de climatología, período de 1981 a 2010. Como se desconoce la fecha exacta, por convenio del ANE, se indicará el día 15 de diciembre de 2010. La fecha de baja será “Null” porque las entidades creadas están en vigor.

Ambos atributos, “fecha_alta” y “fecha_baja”, se crean añadiéndolos a la tabla de la capa y siendo de tipo *date*. Estos deben aparecer en todas las capas que compongan un mapa. En este caso, en la capa lineal, superficial, rotulación y máscaras de rotulación, ver figura 35.

se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y

OBJECTID	Shape	Id	fecha_alta	fecha_baja	valor	rotulo	Shape Length
1	Polyline	21	15/12/2010	<Null>	17,5	<Null>	0,722362
2	Polyline	19	15/12/2010	<Null>	20	20	0,327346
3	Polyline	8	15/12/2010	<Null>	15	<Null>	0,743821
4	Polyline	11	15/12/2010	<Null>	20	<Null>	1,091525
5	Polyline	20	15/12/2010	<Null>	15	<Null>	0,267826

se89_10_clima_temperaturamedianual_a_y

OBJECTID	Shape	Id	gridcode	fecha_alta	fecha_baja	val inf	val sup	interv	Shape Length	Shape Area
5	Polygon	10	17502000	15/12/2010	<Null>	17,5	20	17,5 a 20	1,948408	0,021146
6	Polygon	11	17502000	15/12/2010	<Null>	17,5	20	17,5 a 20	1,137152	0,061191
7	Polygon	13	10001250	15/12/2010	<Null>	10	12,5	10 a 12,5	0,589844	0,019357
8	Polygon	14	12501500	15/12/2010	<Null>	12,5	15	12,5 a 15	1,631279	0,030255
9	Polygon	16	15001750	15/12/2010	<Null>	15	17,5	15 a 17,5	2,675113	0,049462

Fig. 35: Creación de atributos “fecha_alta” y “fecha_baja”.

Esta manera de establecer las fechas permite que en una misma capa se añadan datos de la misma zona y del mismo tipo a representar en distintas épocas. Cuando haya nuevos datos de temperatura media anual para otro período, se darán de baja las entidades actuales (indicando una fecha en “fecha_baja”) y se darán de alta las nuevas entidades de la capa añadiéndolas a las anteriores. Más tarde, se puede extraer desde una misma capa distintos mapas aplicando filtros por fecha. La ventaja de este método es el ahorro de espacio en la *geodatabase* ya que si no se hiciera así, cada periodo de tiempo sería una nueva capa o capas asociadas al nuevo mapa.

Respecto a los atributos que debe contener la capa de isothermas, aparte de los dos ya indicados, es necesario cambiar el nombre de *contour* por “valor” según procesos y normas del ANE. Además, hace falta añadir el atributo “rotulo”. Este es de tipo *float* y se rellena manualmente ya que es el operador el que debe decidir dónde es más correcto indicar los rótulos para permitir la legibilidad. Las líneas que no deben llevar anotación tiene el atributo en “Null”, tal como muestra la figura 36.

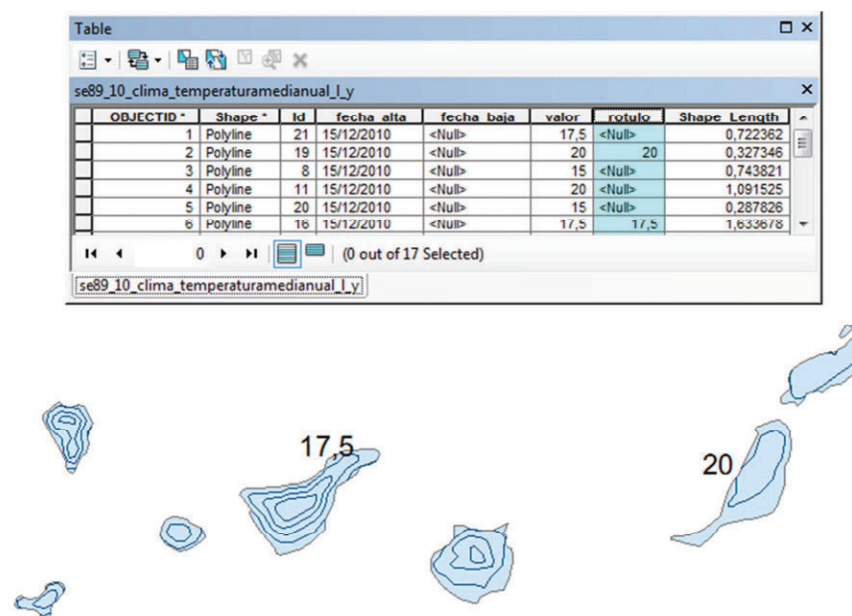


Fig. 36: Atributo rotulo y disposición en la ventana de mapa de ArcMap visto a escala 1:3.000.000.

5.4.3 Nomenclatura de las capas

Respecto a la nomenclatura de las capas, el ANE establece determinadas líneas que deben seguirse para mantener la homogeneidad de las base de datos y para permitir el intercambio de ficheros entre operadores.

En general, la definición del nombre de la capa es la siguiente: Sistema_escala_grupo_Nombre específico_geometría_dominio. Un ejemplo para este tipo de nomenclatura es SLCP_3_ADMIN_PAISVECI_G_X. De esta forma se conoce de la capa el sistema de coordenadas, la escala, el grupo temático (admin, clima, agua, histo, orog, etc.), nombre de la capa, un indicador de tipo de geometría (área, línea, punto, anotación y máscara según la letra) y el entorno de actuación (X para Península y Baleares e Y para Canarias). El nombre de la capa no debe superar

los 25 caracteres para evitar problemas derivados del largo de los nombres, tal y como recomienda ArcMap. Ver ejemplo en la figura siguiente:

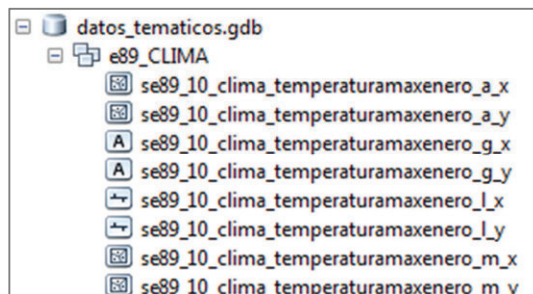


Fig. 37: Nomenclatura correspondiente a todas las capas que conforman el mapa de temperatura media de las máximas de enero a escala 1:10M.

5.5. IMPLEMENTACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

Una vez definido el procedimiento y elegidos los parámetros y herramientas más adecuadas para conseguir los mapas deseados según las condiciones impuestas, se automatiza el proceso. En este apartado se explica cómo se realiza dicha acción.

5.5.1 Creación del modelo

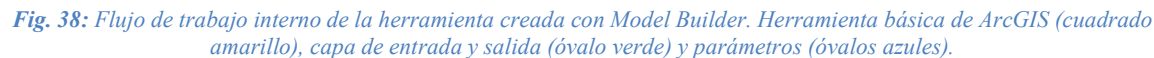
Tras los ensayos pertinentes realizados con los mapas de prueba y después de seleccionar los procesos adecuados, se procede a la creación de una herramienta que realiza todos los pasos del flujo de trabajo. Esta herramienta se realiza con la opción *Model Builder* que incorpora ArcGIS – ArcMap. Ver epígrafe 2.5. *Model Builder en ArcGIS* de este documento.

Model Builder es un enlazador de procesos, parecido a GeoKettle y FME, que permite establecer los parámetros de entrada y salida así como comentarios de ayuda en la herramienta que se va componiendo. Lo único que requiere es que el modelo de proceso creado esté alojado dentro de una *toolbox* creada por el software. La gran ventaja del *Model Builder* es que permite ahorrar tiempo de ejecución pues automatiza varios procesos como creación de polígonos o simplificación de líneas, realizándolos en un único paso.

Dicha herramienta, internamente, se constituye por otras más básicas ya incluidas en la *Toolbox* de ArcGIS. La interfaz requiere que el usuario añada bastantes parámetros con el fin de obtener, a partir de un ráster dado, dos capas vectoriales (una lineal y otra superficial). Estas dos capas resultantes serán las que, más tarde, permitan crear el mapa de isolíneas final.

El flujo de trabajo siempre parte de una herramienta ya disponible del ArcToolBox con una capa de entrada y una de salida. También, se pueden establecer ciertos parámetros de las herramientas como parámetros predeterminados que luego serán visibles al usuario en el cuadro de diálogo del modelo.

Como se ha comentado con anterioridad, el modelo parte de un ráster común que se generaliza para más tarde separarse en dos caminos: uno para la creación de la capa vectorial de líneas y otro para la creación de la capa vectorial de polígonos. Finalmente, ambos caminos se unen realizando una integración de los límites para obtener una coincidencia completa. Durante este proceso se incluyen, además, los atributos que deben ir asociados a las capas resultantes y eliminar atributos que no se quieran conservar en la FC final. La figura 38 muestra el flujo de trabajo interno de la herramienta creada.



Luego, el cuadro de diálogo de la herramienta permite al usuario iniciar la creación de las capas. Es el usuario quien debe indicar los parámetros para obtener el producto final deseado, tal y como se muestra en la figura 39. Por ejemplo, el usuario determina el intervalo para las isolíneas, la tolerancia de simplificación o el nombre de ciertos atributos. Para llevar a cabo este paso, se tiene que conocer previamente la escala que se desea obtener para el mapa ya que estos parámetros variarán en función de ella.

Mapas de isolíneas

Ráster de entrada

Tamaño de celda ráster de salida

X: 500,000000 Y: 500,000000

Técnica de remuestreo: CUBIC

Tipo de Vecindad: Cirde

Neighborhood Settings

Radius: 8

Units: ☒ Cell ☐ Map

Campo a reclasificar

Value

Valores de reclasificación

Old values	New values
2,5 - 5	2500500
5 - 7,5	5000750
7,5 - 10	7501000
10 - 12,5	10001250
12,5 - 15	12501500
15 - 17,5	15001750
17,5 - 20	17502000
20 - 22,5	20002250

Buttons: Load..., Save..., Reverse New Values, Precision..., Classify..., Unique, Add Entry, Delete Entries

Valores para curvas de nivel

5, 7,5, 10, 12,5, 15, 17,5, 20, 22,5

Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices: POINT_REMOVE

Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices: 700 Meters

Algoritmo de simplificación de curvatura: BEND_SIMPLIFY

Tolerancia de simplificación de curvatura: 4000 Meters

Expresión para simplificación de líneas (optional): "Shape_area" < 4000000

Area para eliminar polígonos (optional): 4000000 Square Meters

Nombre del campo de fecha de alta de la entidad: fecha_alta

Indicar expresión para calcular fecha de alta (#YYYY-mm-dd#)

Nombre del campo de fecha de baja de la entidad: fecha_baja

Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos: 800 Meters

Entidad de recorte

Tolerancia XY de recorte (optional): 1 Meters

Nombre FC de isolíneas de salida: C:\Clara\ModelBuilder\LimAreas\datos_tematicosAreas.gdb\isolíneas

Nombre FC de polígonos de salida: C:\Clara\ModelBuilder\LimAreas\datos_tematicosAreas.gdb\Poligonos

Buttons: OK, Cancel, Environments..., Show Help >>

Fig. 39: Cuadro de diálogo de la herramienta creada con Model Builder.

Cuando se lanza el proceso aparece una ventana que va informando del punto en el que se encuentra y el tiempo que tarda, ver figura 40. Si hay algún fallo, detalla dónde encontrarlo.

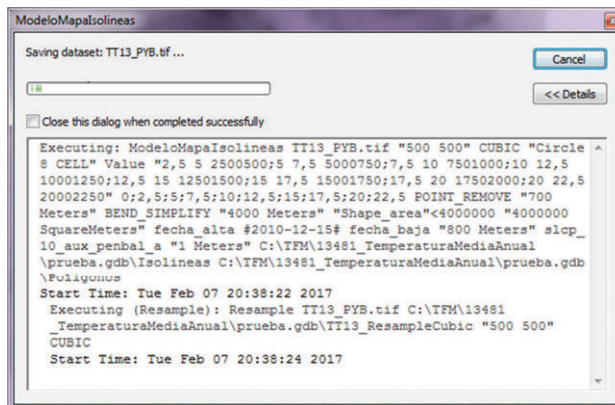


Fig. 40: Ventana de proceso del modelo.

Es posible que se produzcan problemas en las rutas si el modelo se cambia de carpeta o de ordenador. No obstante, es sencillo solucionarlo. El usuario debe modificar la ruta de acceso a los ficheros.

Una vez definido el modelo, se realizó una comprobación del mismo aplicándolo a mapas en las distintas escalas habituales del ANE (1:10M y 1:6,5M), con diferentes entornos (España peninsular e insular y los mares que circundan a España) y con distintos tipos de ráster (CDF y TIFF). Ver resultados en el punto 6. *Producción de mapas empleando el modelo* y ver los mapas finales obtenidos en *Anexo I: Mapas*.

5.5.2 Creación de la ayuda y el manual de la herramienta

Para fortalecer la herramienta y facilitar su uso por el personal del IGN, se complementó documentándola, ver figura 41. Para llevar a cabo dicha tarea se utilizó ArcCatalog. La manera de conseguirlo es complementar una guía en la propia herramienta. De hecho, las herramientas creadas con ArcGIS a través de *Model Builder* permiten añadir una ayuda para el usuario.

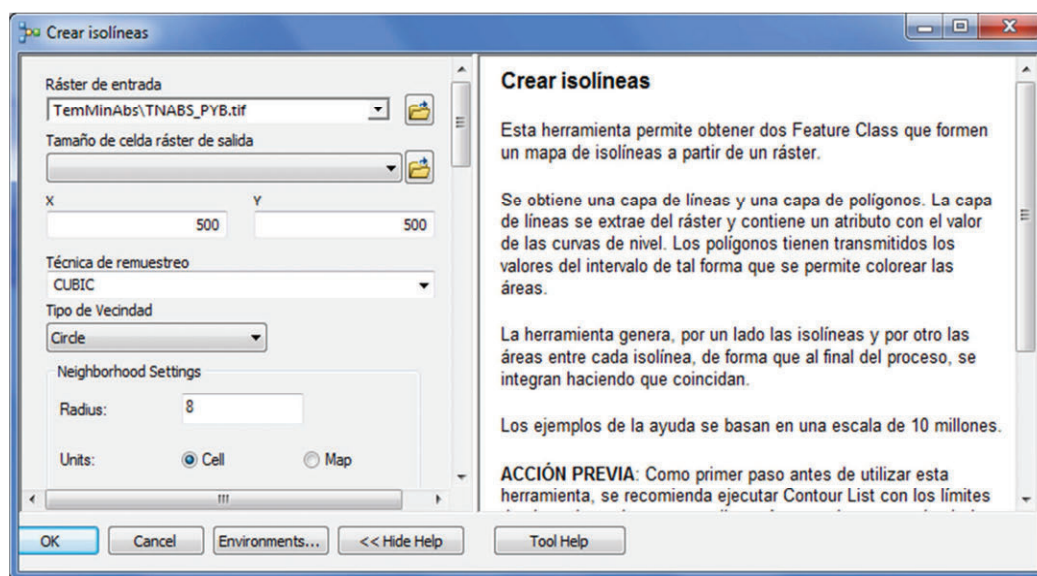


Fig. 41: Ejemplo de ayuda que aparece al iniciar la herramienta Crear Isolas.

Para implementar la ayuda, se abre ArcCatalog y se accede al modelo "Crear Isolas" de la caja de herramientas *ANE_FINAL.tbx* → *Generalización*. A continuación, dentro de la pestaña descripción, se comienza la edición y se prepara la ayuda, tal como muestra la figura 42.

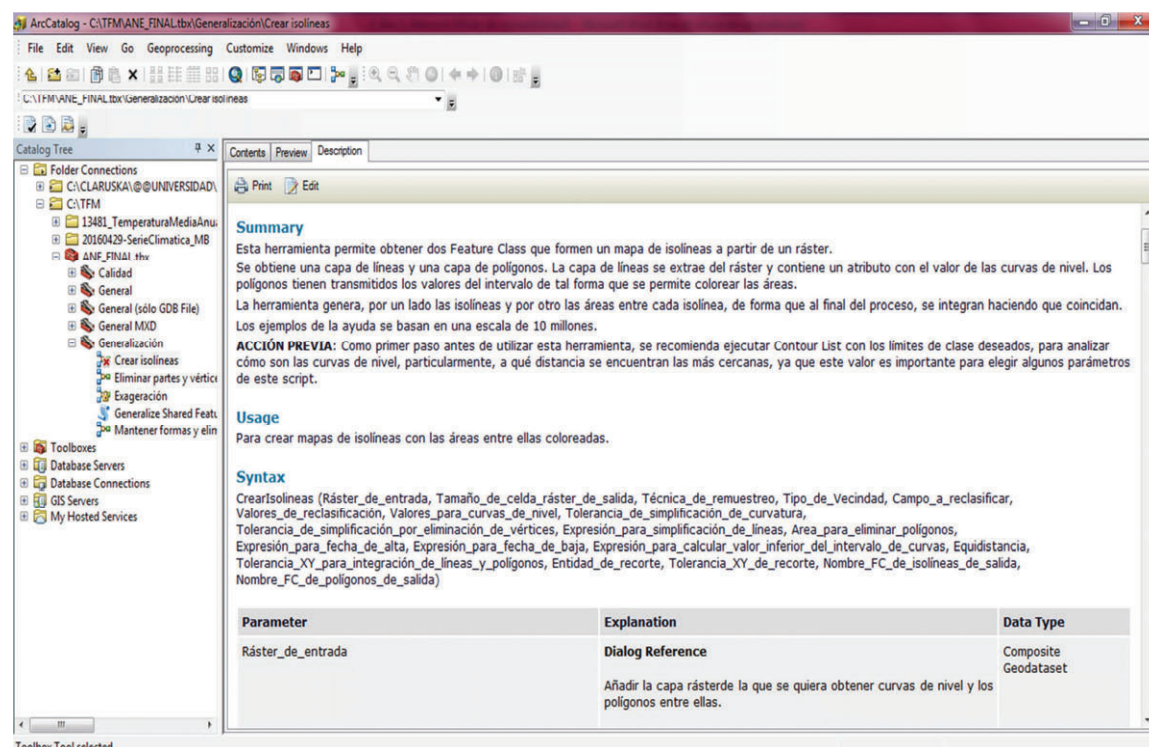


Fig. 42: Edición de la ayuda de la herramienta creada con Model Builder.

Además, dentro del modelo creado también se han añadido comentarios a la herramienta, destinados a aquellos usuarios que deseen ver el interior del modelo. Ver la figura 43, mostrada a continuación:

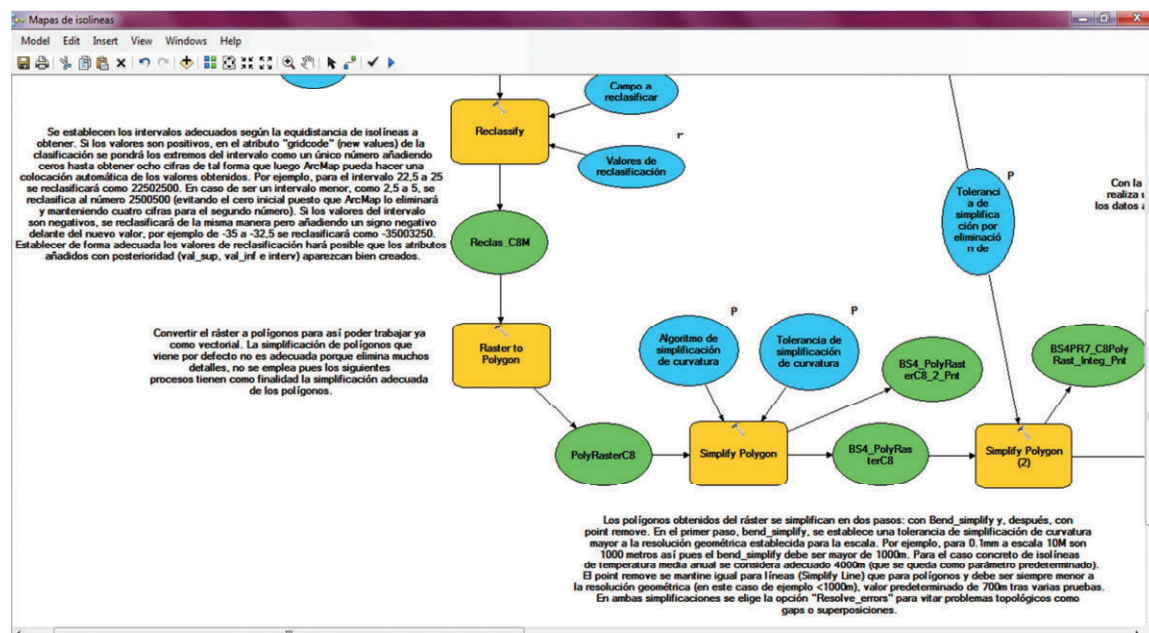


Fig. 43: Ayuda interna dentro del flujo de trabajo creado con Model Builder de ArcGIS.

6. PRODUCCIÓN DE MAPAS EMPLEANDO EL MODELO

Una vez finalizada la herramienta de automatización, se procede a obtener las capas vectoriales a partir de ficheros ráster. El objetivo es probar exhaustivamente el funcionamiento de la herramienta automatizada y conseguir los mapas de isocoropletas que el ANE desea añadir al “Atlas Nacional del siglo XXI”. Mediante esta fase, se localizarán fortalezas y debilidades del modelo, describiendo también todos los pasos posteriores necesarios hasta completar los mapas, realizando ciertas operaciones manuales como la elección de simbología o la composición de la leyenda.

Entre esta serie de procesos adicionales se engloba el repaso de las capas vectoriales, lineal y superficial, para mejorar errores en los contornos o en las cimas y depresiones. También se crea una capa de anotaciones y de máscaras selectivas. Asimismo, a todas las capas se les asocia atributos para añadir más información de interés. Tras estas acciones, el mapa quedará finalizado.

6.1. SELECCIÓN DE MAPAS A PRODUCIR

Existen tres bloques de mapas a elaborar para aplicar el flujo de trabajo automatizado que ha sido creado según las fases descritas en los puntos anteriores. Por un lado, existe la serie de mapas de temperatura. Por otro lado, los mapas relacionados con el mar. Y, por último, el mapa de altimetría de España. Estos quedan englobados en el capítulo de Clima y Agua del futuro compendio “España en mapas. Una síntesis geográfica” y de la serie general “Atlas Nacional de España del siglo XXI”.

Con los datos disponibles y los mapas que se desean elaborar se ha podido atender las necesidades del departamento de Cartografía Temática y Atlas nacional del IGN así como del futuro capítulo del atlas. Estos mapas, se elaboran con el flujo de trabajo creado con *Model Builder* para un estudio exhaustivo del modelo creado. Por este motivo, entre otros, los mapas se elaboran con las escalas habituales del atlas (1:10M y 1:6.5M), en el sistema de referencia ETRS89 (con pruebas en proyección Lambert) y con distintas resoluciones y formatos (TIFF y NetCDF) en los archivos ráster de entrada así como resoluciones.

El primer bloque lo constituye la serie de temperaturas, que contiene información ráster de la Península y las Islas Baleares separada de las Islas Canarias. Sin embargo, las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla no están contempladas. Estos archivos ráster, enviados por la AEMET, están en formato GeoTiff (cuya extensión es *.tif) con una resolución de 1000x1000 metros de celda y en la proyección UTM huso 30 norte para la Península e Islas Baleares y en REGCAN95 y proyección

UTM huso 28 norte para las Islas Canarias. Los datos han sido proporcionados en febrero de 2016 aunque la información de los ficheros corresponde al período que va desde 1981 a 2010. Los mapas a producir tendrán escala 1:10.000.000 y son los siguientes:

- Temperatura media anual
- Temperatura media de enero
- Temperatura media de julio
- Temperatura máxima absoluta
- Temperatura media de las máximas de enero
- Temperatura media de las máximas de julio
- Temperatura mínima absoluta
- Temperatura media de las mínimas de enero
- Temperatura media de las mínimas de julio.

En este mismo grupo, en la temática de Agua, por ejemplo, se crearán mapas de salinidad del mar y temperatura del mar, a escala 1:10.000.000. En este caso, el organismo responsable de los datos es el Instituto Español de Oceanografía (IEO) junto al MAGRAMA, que los proporciona en formato ráster NetCDF cuya extensión es *.nc y que ArcGIS puede leer aplicando unas determinadas herramientas (*Multidimension Tools* → *Make NetCDF Raster Layer*). Estos ficheros de tipo ráster contienen metadatos internos, que pueden ser leídos en Excel si se instala un *plugin* específico. En estos mapas se crean las isolíneas con equidistancia de medio grado centígrado tras estudiar los datos de partida según tamaño del píxel del ráster y según cercanía de las isolíneas entre sí.

El segundo bloque corresponde a la serie del mar, compuesta por dos mapas: temperatura media en la superficie del mar y salinidad media en la superficie del mar. La escala de estos mapas será de 1:10.000.000. El formato de la información es NetCDF, cuya extensión es *.nc y que ArcGIS puede leer aplicando unas determinadas herramientas (*Multidimension Tools* → *Make NetCDF Raster Layer*). Estos ficheros de tipo ráster contienen metadatos internos, que pueden ser leídos en Excel si se instala un *plugin* específico. Ambos ráster, tienen una resolución de 0,125x0,125 metros, en sistema de coordenadas geográficas WGS84. La información procede de las siguientes fuentes:

- Modelo digital de profundidad del Mar de Alborán. Proyecto CAPESME (Cartas de Pesca del Mediterráneo). Instituto Español de Oceanografía (MINECO) - Secretaría General de Pesca (MAGRAMA). www.ieo.es/web/ieo/cartografia

-
- Proyecto ESPACE (Estudio de la Plataforma Continental Española). Instituto Español de Oceanografía (MINECO) - Secretaría General de Pesca (MAGRAMA). www.ieo.es/web/ieo/cartografia
 - Modelo digital de profundidad del Mediterráneo-Baleares. Proyecto ZEEE (Zona Económica Exclusiva Española). Instituto Hidrográfico de la Marina (MDE) - Instituto Español de Oceanografía (MINECO). www.ieo.es/web/ieo/cartografia
 - Modelo digital de profundidad del Atlántico-Galicia. Proyecto ZEEE. Instituto Hidrográfico de la Marina (MDE) - Instituto Español de Oceanografía (MINECO). www.ieo.es/web/ieo/cartografia
 - Modelo digital de profundidad del Atlántico-Canarias. Proyecto ZEEE. Instituto Hidrográfico de la Marina (MDE) - Instituto Español de Oceanografía (MINECO). www.ieo.es/web/ieo/cartografia
 - The GEBCO_08 Grid, version 20100927, <http://www.gebco.net>

El último bloque corresponde al mapa de altitudes de España, que tendrá escala 1:6.500.000. La información ráster para este mapa procede de un MDT con paso de malla de 650 metros, sin ningún tipo de proyección, en sistema de coordenadas geográficas WGS84. Este ráster tiene extensión *.tif y abarca un entorno bastante amplio, cubriendo Portugal, parte de Francia y Marruecos. Las fuentes de datos son:

- Modelo digital de elevaciones. Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Instituto Geográfico Nacional.
- Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), disponible en <http://srtm.csi.cgiar.org>

6.2. APLICACIÓN DEL MODELO

Una vez realizado el estudio previo de la información ráster de origen y conociendo las especificaciones del IGN para los mapas que se van a obtener, se puede proceder a crear las capas vectoriales mediante el modelo creado en *Model Builder*.

Para esta tarea y para cada mapa, se han aplicado una serie de parámetros en la herramienta de Crear Isolíneas. Si bien es verdad que en todos los mapas se han realizado varias pruebas, en la tabla 1 se muestra la elección final de parámetros que se han aplicado para obtener las capas vectoriales. Las pruebas realizadas para cada mapa concreto se describen con más detalle en el *Anexo II: Procedimientos internos del ANE*.

Tabla 1: Parámetros establecidos para obtener las capas vectoriales.

Mapa / Parámetro	Ráster de entrada	Remuestreo (m)	Radio de vecindad	Valores isolíneas	Algoritmo Point Remove	Algoritmo Bend Simplify	Tolerancia de integración
Temperatura media anual	TT13_PYB.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 22,5	700 m	4000 m ²	800 m
	TT13_CAN.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 22,5	700 m	4000 m ²	800 m
Temperatura mínima absoluta	TNABS_PYB.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-37,5 a 5	700 m	4000 m ²	650 m
	TNABS_CAN.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-37,5 a 5	700 m	4000 m ²	650 m
Temperatura máxima absoluta	TXABS_PYB.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	0 a 50	700 m	4000 m ²	700 m
	TXABS_CAN.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 50	700 m	4000 m ²	700 m
Temperatura media de enero	TT01_PYB.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-7,5 a 25	700 m	4000 m ²	700 m
	TT01_CAN.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-7,5 a 25	700 m	4000 m ²	700 m
Temperatura media de julio	TT07_PYB.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	2,5 a 35	700 m	4000 m ²	600 m
	TT07_CAN.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	2,5 a 35	700 m	4000 m ²	600 m
Temperatura media de las máximas de enero	TX01_PYB.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-5 a 25	700 m	4000 m ²	700 m
	TX01_CAN.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-5 a 25	700 m	4000 m ²	600 m
Temperatura media de las máximas de julio	TX07_PYB.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 22,5	700 m	4000 m ²	800 m
	TX07_CAN.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 22,5	700 m	4000 m ²	800 m
Temperatura media de las mínimas de enero	TN01_PYB.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-15 a 25	700 m	4000 m ²	800 m
	TN01_CAN.tif	250x250 Cubic	Circle 16 cell	-15 a 25	700 m	4000 m ²	650 m
Temperatura media de las mínimas de julio	TN07_PYB.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 25	700 m	4000 m ²	700 m
	TN07_CAN.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 25	700 m	4000 m ²	800 m
Temperatura media en la superficie del mar	Temp_0m_anual.nc	0,12x0,12 Cubic	Circle 2 cell	12,5 a 20,5	700 m	4000 m ²	6000 m
	Temp_anual_Canari as.nc	0,12x0,12 Cubic	Circle 2 cell	12,5 a 20,5	700 m	4000 m ²	6000 m
Salinidad media en la superficie del mar	Psal_0m_anual.nc	0,06x0,06 Cubic	Circle 2 cell	33,5 a 39,5	700 m	4000 m ²	4000 m
	Salin_anual_Canari as.nc	0,06x0,06 Cubic	Circle 2 cell	33,5 a 39,5	700 m	4000 m ²	4000 m
Altitudes	slcp_1k_orog_eleva c_r_20111214.tif	500x500 Cubic	Circle 8 cell	0 a 3000	500 m	3000 m ²	600 m

Otro parámetro que hay que conocer para establecer los valores de las isolíneas es la equidistancia. Los mapas de temperaturas se realizarán con equidistancia de 2,5°C y para los mapas de salinidad y temperatura del mar con equidistancias de 0,5°C. El mapa de altitudes no tiene una equidistancia, empleándose unos intervalos variables, con sus curvas de nivel en las cotas: 0, 200, 400, 700, 1000, 1500, 2000, 2500 y 3000 metros. Además, el parámetro de tolerancia del recorte (herramienta *Clip*) para conseguir la coincidencia de los contornos de España, es de un metro para todos los casos presentados. El resto de parámetros que no se comentan vienen definidos por defecto y son los referentes a la fecha de los datos, el nombre de las capas o la entidad de recorte.

La extracción de las capas vectoriales finales se realiza sin ningún problema, sin embargo, estas capas son aún temporales. Esto se debe a que pueden contener algún fallo de formación, sobre todo en zonas donde las curvas están muy juntas. Se pueden localizar errores en los contornos o en las cimas y depresiones. No obstante, arreglar las capas es sencillo mediante un proceso de revisión y edición manual que se explicará en los próximos epígrafes.

6.3. CLASIFICACIÓN DE FALLOS PRODUCIDOS EN LAS CAPAS

En este apartado se pretende realizar una relación de los fallos y errores que se pueden localizar en las capas vectoriales obtenidas tras pasar la herramienta “Crear Isolineas”, tal como muestra la tabla siguiente. El objetivo es que exista una recopilación de posibles fallos para que alguien que quiera recuperar el proceso pueda llevarlo a cabo en su totalidad o si quiere aplicarlo a otros mapas y datos sepa qué debe editar para obtener un mapa final lo más fiel posible a la realidad de la variable representada. Esta recopilación se ha obtenido en base a las pruebas llevadas a cabo y podría ser ampliada con nuevos fallos o errores que pudieran producirse al cambiar los datos de partida.

La solución de todos los fallos recabados consiste en realizar una edición manual posterior a la obtención de las capas vectoriales. En la tabla 2 el apartado “solución” indica el tipo de edición manual necesaria para el fallo concreto descrito.

Tabla 2: Resumen de fallos que se pueden localizar en las capas vectoriales obtenidas tras pasar la herramienta.

Fallo producido	Cómo detectarlo	Solución
Se crean nudos en la misma curva de nivel y en los polígonos vinculados a ella	Visualización sobre pantalla o copia impresa	Comprobar con el ráster original según valor del píxel
Las curvas de nivel y los polígonos correspondientes a ellas se unen, creando nudos pero son dos entidades distintas	Visualización sobre pantalla o copia impresa	Comprobar con el ráster original según valor del píxel
La isolínea sobrepasa el contorno marcado	Visualización sobre pantalla	Recorte de la isolínea

Áreas menores a la tolerancia marcada (creadas debido a la integración que realiza la herramienta)	Visualización mediante la tabla de atributos	Eliminación de estas áreas en la tabla de atributos
Agujeros localizados en los polígonos por la eliminación de alguna curva según la tolerancia	Visualización sobre pantalla	Modificación de la isolínea y/o del polígono
Curvas picudas o picos pronunciados	Visualización sobre copia impresa	Modificación de la isolínea y/o del polígono
Líneas o bordes de áreas con formas difíciles de visualizar con nitidez a la escala del mapa	Visualización sobre copia impresa	Modificación de la isolínea y/o del polígono
Pasillos estrechos entre polígonos que están muy juntos, produciendo emborronamiento en función de la escala	Visualización sobre copia impresa	Modificación de la isolínea y/o del polígono

6.4. PROCESO DE EDICIÓN

En general, los fallos detectados requieren de una revisión manual de la capa de líneas y de la capa de polígonos para solucionarse. Así se adecuarán las entidades tal y como se quieren tener en el resultado final.

Los fallos o errores comentados en la tabla 2 anterior que surgen tras introducir el fichero ráster en la herramienta creada con *Model Builder* pueden ser debidos a que:

- Se producen intersecciones incorrectas de líneas, como muestra el ejemplo de la figura 44 siguiente.

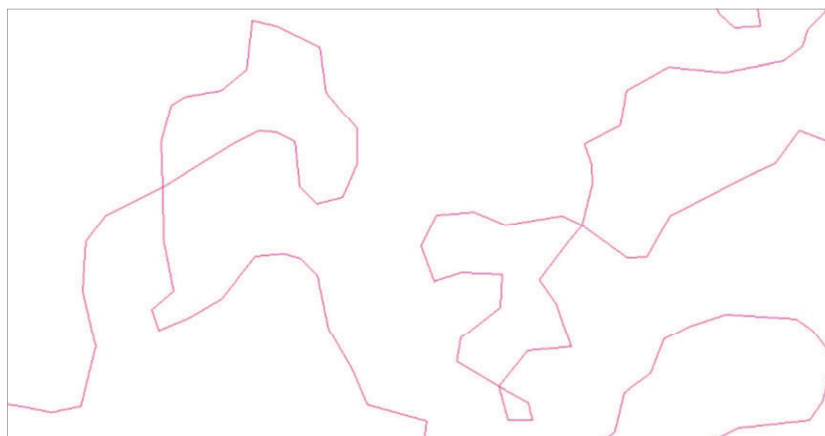


Fig. 44: Intersección incorrecta o nudos en las isolíneas.

- Hay discrepancias en ciertas zonas donde no coinciden completamente líneas y polígonos, ver la figura 45.



Fig. 45: Discrepancias entre la capa de líneas (rosa) y la capa de polígonos (línea gris con relleno morado).

- Hay isolíneas que sobrepasan el contorno del país, como por ejemplo en la figura 46.

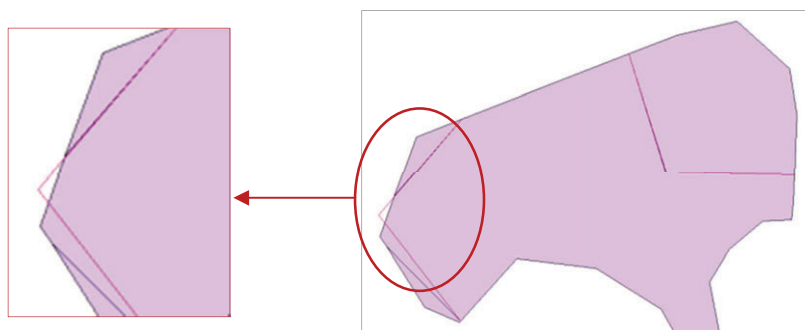


Fig. 46: Discrepancia de la isolínea (rosa) con el contorno del país (gris).

Incluso, a veces, quedan áreas de menos de la cantidad adecuada (según escala), que no han sido eliminadas porque se han creado con posterioridad al proceso de limpieza con la integración de las capas. De igual manera, cuando alguna curva ha quedado muy picuda en el aspecto final también se corrige.

Para arreglar estas disconformidades, se abre una ventana de edición de ArcMap y, uno a uno, se van corrigiendo ya sea adecuando la línea al polígono o deshaciendo los nudos creados en los mismos.



Fig. 47: Menú de edición, herramienta Editor de ArcMap.

Se opera con las herramientas que componen este menú. Por ejemplo, se mueven líneas, se eliminan vértices o se añaden hasta conseguir el resultado deseado:

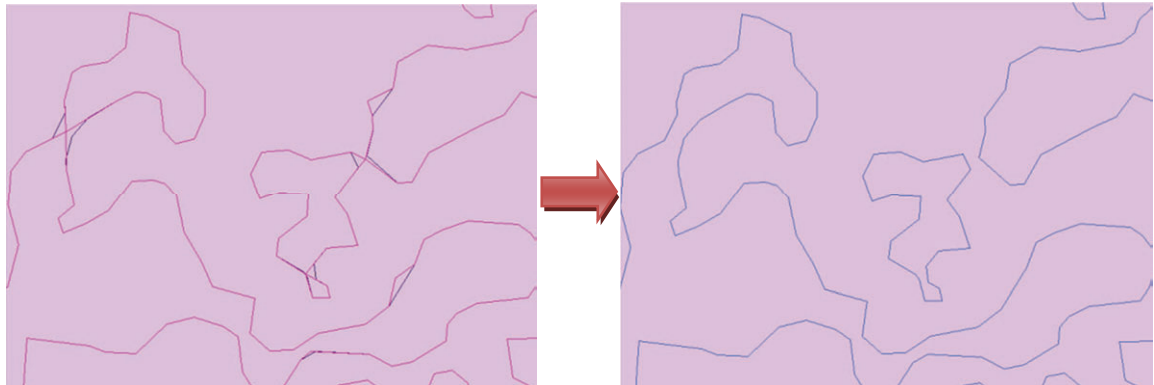


Fig. 48: Antes y después de realizar la edición manual de las entidades.

Este proceso manual es el que hace que el tiempo del procedimiento aumente porque, si bien es verdad que los errores de la integración no son muchos, el arreglo manual requiere un operario habituado a la edición y con poder de decisión sobre las entidades.

6.5. TABLAS DE COLOR

Otra fase que requiere especial atención es, una vez realizada la edición manual, la elección de color. El aspecto final que puede presentar un mapa, se muestra en la figura 49.

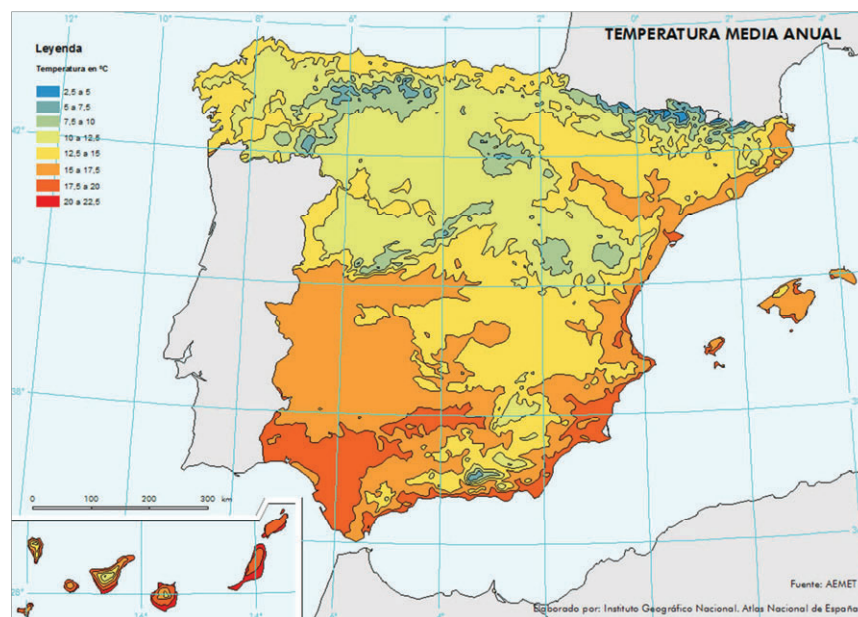


Fig. 49: Mapa de isocoropletas de temperatura media anual aplicando colores.

En la elaboración de estos mapas, las gamas de color de la simbología son de suma importancia. Estas deben ser consistentes a lo largo de toda una serie de mapas y cubrir un amplio rango de datos. Así, por ejemplo, sucede con los mapas de temperatura. La serie de temperaturas

consta de nueve mapas. Las temperaturas representadas van desde -30°C a $+50^{\circ}\text{C}$ con equidistancia de las curvas cada $2,5^{\circ}\text{C}$. Esta amplitud implica una gama de colores de treinta y dos clases, lo cual supone un problema porque los mapas tienen como destino ser impresos y eso implica que deben tener colores diferenciables para el ojo humano desde el soporte de papel. Ocurre con frecuencia que los colores obtenidos y visualizados en pantalla se distinguen bien, sin embargo, a papel no son del todo distinguibles. Para ello, es muy útil la herramienta *Color Brewer* [14], que permite elegir gamas, de forma que todos sus colores sean diferenciables entre sí, o incluso, sirvan para daltónicos. En el caso concreto de estos intervalos de colores, se opta por elegir tres gamas de CMYK con ayuda de *Color Brewer* [14] y las gamas de colores ya aplicadas en el ANE con anterioridad, tal como muestra la siguiente figura 50.

En un principio, se presenta una propuesta de colores con una gama de azul a rojo pasando por verdes, amarillos y naranjas. Como las series de mapas, como las que se prueban en este caso, requieren en general, gamas de color muy extensas, se estuvo valorando si agrupar los intervalos y darle el mismo color cada dos curvas de nivel pero manteniendo la isolínea. Esto requería que, por ejemplo, de 2,5 a 5 y de 5 a 7,5 tuvieran el mismo color. No obstante, esta iniciativa no conseguía resultados satisfactorios pues, individualmente, los mapas quedaban muy monocromáticos y se descartó. En la figura 50 se puede apreciar ejemplos de gamas probadas para la serie de temperaturas, en concreto para los mapas de temperatura máxima y mínima de enero.

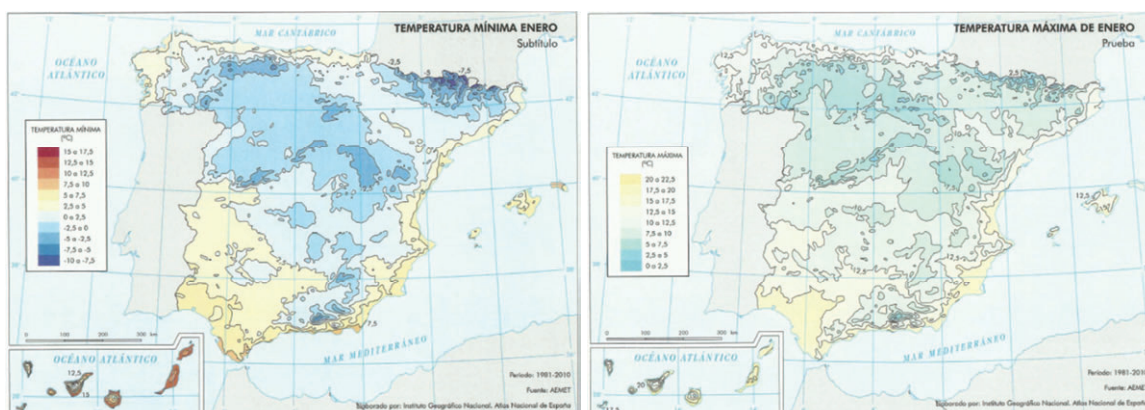


Fig. 50: Ejemplos de escala de color común para mapas de temperaturas de la serie de Climatología.

Tras el estudio de la opciones, se decide dar una gama común a todos los mapas excepto a los dos que sobresalen, el de temperatura máxima absoluta y el de temperatura mínima absoluta. De esta forma se reduce la cantidad de clases, y por tanto, de colores que son necesarios para completar la serie cuya gama se obtiene en CMYK como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Tablas de color en código CMYK. Tabla izquierda para mapa de temperatura máxima absoluta, tabla de la derecha para temperatura mínima absoluta y tabla intermedia para los otros seis mapas de la serie de climatología.

INTERVALO	C	M	Y	K
47,5 a 50	0	100	100	20
45 a 47,5	0	95	95	10
42,5 a 45	0	90	90	0
40 a 42,5	0	75	80	0
37,5 a 40	0	55	70	0
35 a 37,5	0	35	55	0
32,5 a 35	0	20	35	0
30 a 32,5	0	12	20	0
27,5 a 30	0	5	15	0
25 a 27,5	0	0	10	0

INTERVALO	C	M	Y	K
37,5 a 40	0	90	100	37
35 a 37,5	0	85	100	25
32,5 a 35	0	80	100	15
30 a 32,5	0	75	100	7
27,5 a 30	0	57	80	3
25 a 27,5	0	40	70	0
22,5 a 25	0	31	50	0
20 a 22,5	0	20	35	0
17,5 a 20	0	10	20	0
15 a 17,5	0	5	10	0
12,5 a 15	0	0	10	0
10 a 12,5	5	0	0	0
7,5 a 10	10	0	0	0
5 a 7,5	20	6	0	0
2,5 a 5	30	11	0	0
0 a 2,5	40	17	0	0
-2,5 a 0	55	25	2	2
-5 a -2,5	70	33	5	5
-7,5 a -5	85	40	15	15
-10 a -7,5	100	50	27	27

INTERVALO	C	M	Y	K
10 a 12,5	27	0	65	0
7,5 a 10	20	0	50	0
5 a 7,5	15	0	35	0
2,5 a 5	10	0	20	0
0 a 2,5	5	0	15	0
-2,5 a 0	4	4	0	0
-5 a -2,5	9	9	0	0
-7,5 a -5	15	15	0	0
-10 a -7,5	22	22	0	0
-13 a -10	30	30	0	0
-15 a -13	40	40	0	0
-18 a -15	52	52	0	0
-20 a -18	65	65	0	0
-23 a -20	80	80	0	0
-25 a -23	90	90	0	3
-28 a -25	95	95	0	10
-30 a -28	100	100	0	20

Finalmente, la gama aplicada a los mapas finales son comunes excepto para los dos mapas comentados (temperatura máxima absoluta y temperatura mínima absoluta). En la figura 51 se puede apreciar algunas de las leyendas con la gama de color aplicada.

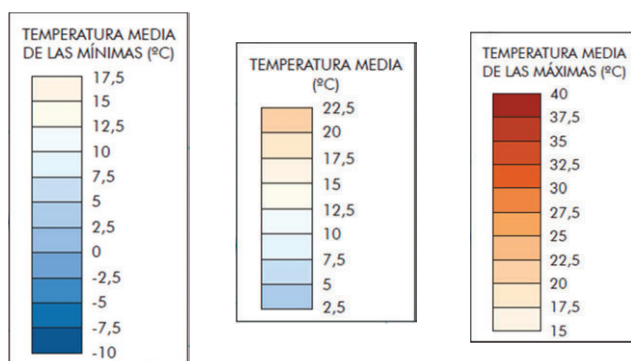


Fig. 51: Leyenda con gama de color aplicada en los mapas.

6.6. ROTULACIÓN Y MÁSCARAS

Tras la elección de los colores para el mapa de isocoropletas, es necesario concluir el resultado con una rotulación apropiada. En concreto, la capa de líneas necesita contener rotulación para que el mapa esté completo.

En ArcMap, las etiquetas se colocan mediante el menú de propiedades de la capa, ver figura 52. Se puede elegir sobre qué atributo trabajar, en este caso, el atributo “rotulo” preparado anteriormente tal como se ha explicado.

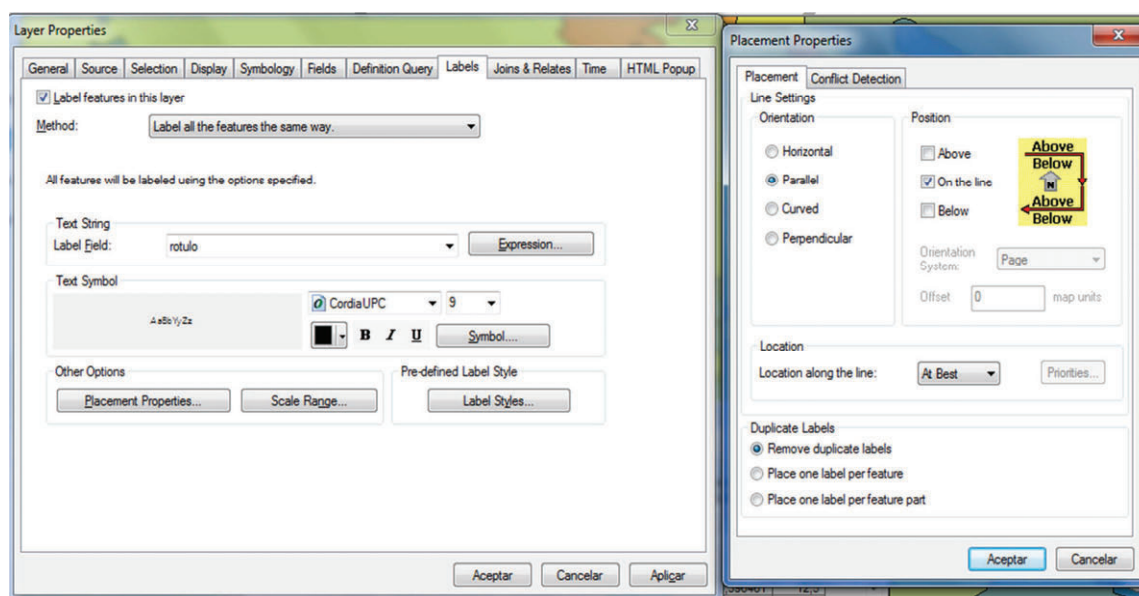


Fig. 52: Opciones de rotulación de una capa con ArcMap.

Estas etiquetas son automáticas, esto quiere decir que ArcMap las ubica donde cree más adecuado. Aunque hay cierto nivel de maniobra para el operario, al final siempre se requiere dejar estáticos los rótulos y hacer pequeñas modificaciones manuales.

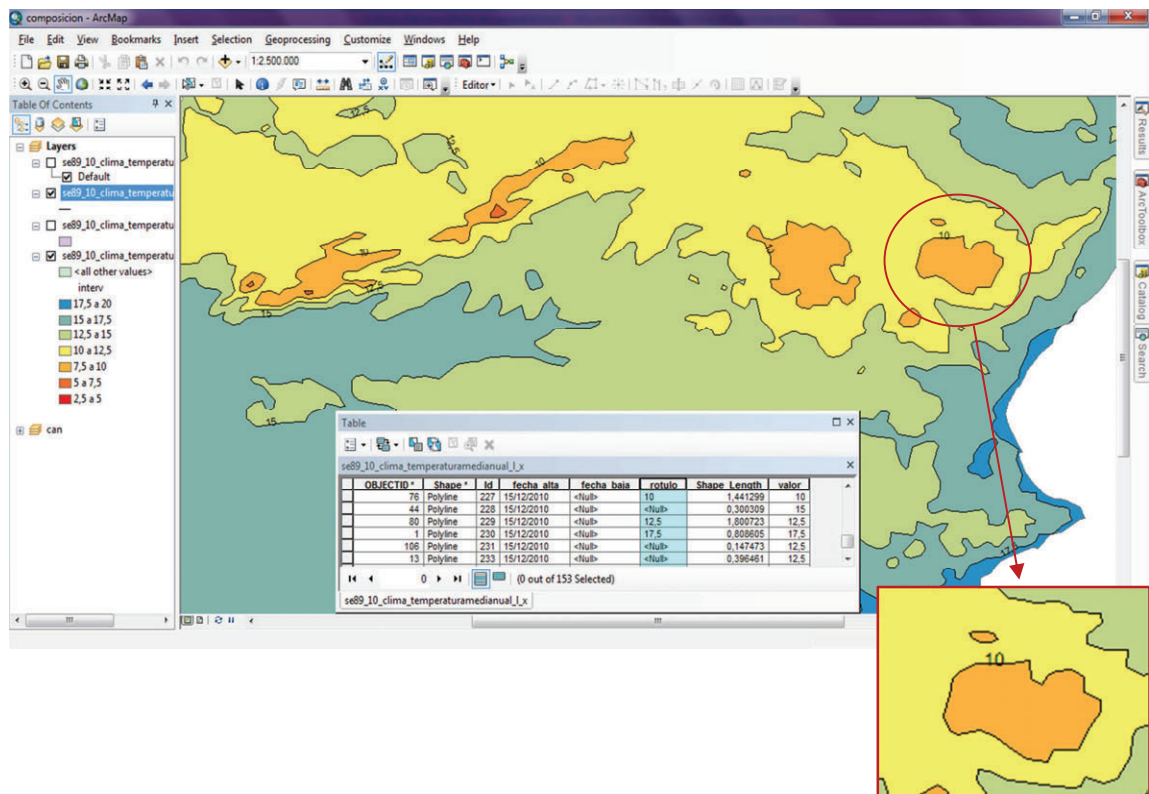


Fig. 53: Ejemplo de etiquetas automáticas según atributo rotulo.

Para iniciar la edición manual, se convierte las etiquetas en anotaciones no vinculadas a la escala del mapa final, creando una capa nueva almacenada en la *geodatabase*. Este paso se realiza con la herramienta *Convert Labels to Annotations*, en el menú que se despliega sobre la capa con el botón derecho.

A continuación, se colocan en la posición que se desea con el menú de edición. Para la colocación se tiene en cuenta que deben situarse en una misma línea visual e inclinadas hacia la derecha u horizontales, en la medida de lo posible, de forma que pueda facilitarse la lectura. Ver figura 54.

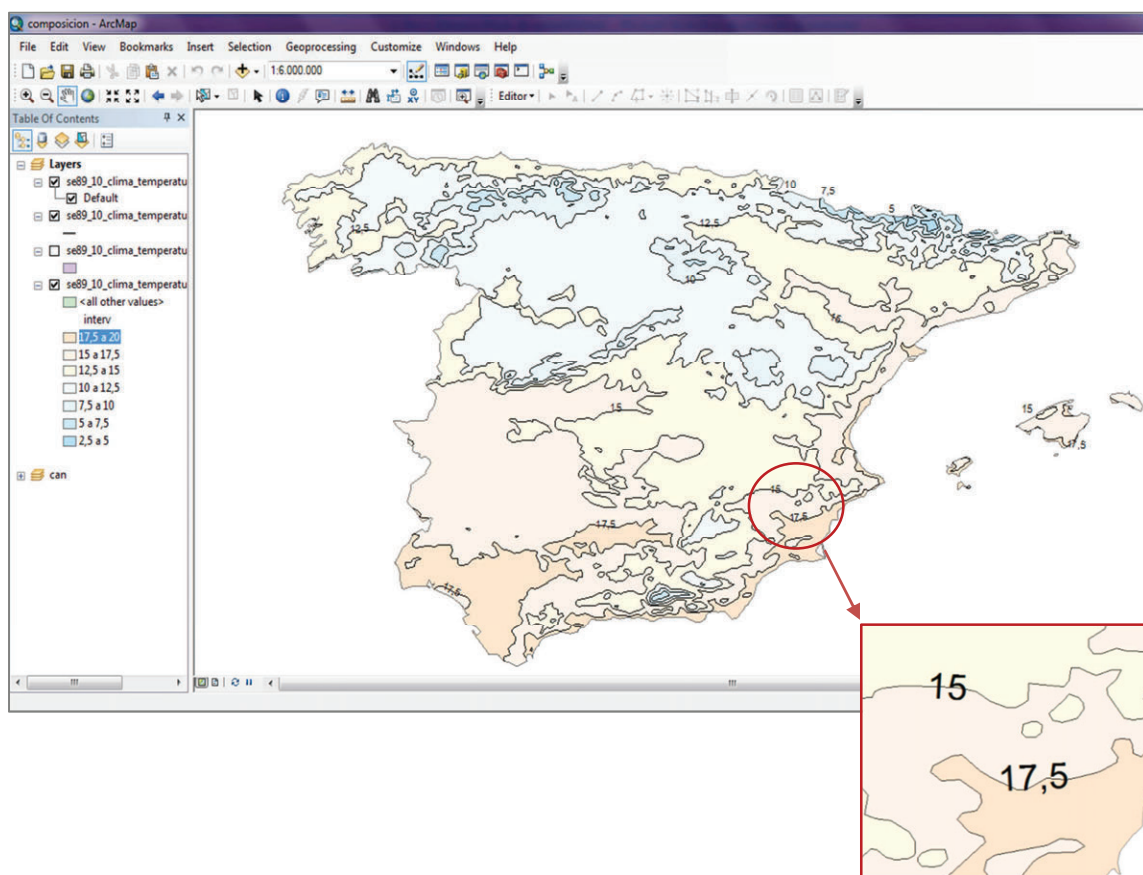


Fig. 54: Colocación manual de etiquetas en el mapa de temperatura media anual y zona ampliada.

Como se muestra en el zoom de la figura 54, la rotulación queda por encima de la línea aunque visualmente este solapamiento es incorrecto. Para solventar este inconveniente se plantean dos opciones: cortar la línea o colocar máscaras. El primer camino implica una edición para cortar las entidades justo donde deban ser colocadas las rotulaciones, como esta vía modifica la geometría no se considera adecuada. La segunda opción es la elegida: la máscara permite transparentar la isoterma sin necesidad de cortarla.

No obstante, con las máscaras hay que tener una precaución: que las etiquetas y las máscaras deben hacerse en sistema proyectado para que la colocación de las mismas sea la adecuada en el mapa final que se desea obtener.

6.7. COMPOSICIÓN DEL MAPA

En última instancia, se construye la leyenda con las características que define la norma de mapas SIANE. La leyenda se suele convertir a gráfico.

En este momento, para componer cada uno de los mapas, es necesario establecer unas especificaciones de cómo y qué información marginal añadir así como de elegir el título final de cada uno de los mapas.

En el caso del ANE, los mapas se montan sobre una plantilla que permite la estandarización y homogeneización de los mismos para todo el compendio. La plantilla contiene cuadrícula, contornos y países vecinos de España, si bien debe ser adaptada al caso concreto de estudio (capas, grosores, relieve, etc.) para adecuarlo.

Por último, para completar el proceso de producción, se transforma de archivo de ArcMap (*.mxd) a fichero *.pdf indicando la escala de color como CYMK, resolución de 1200 dpi y exportando las capas y atributos de las mismas. Será el departamento de maquetación del ANE los que ubiquen los mapas en el compendio con toda información adicional como textos, gráficas si procede, etc. A continuación se muestra el resultado:

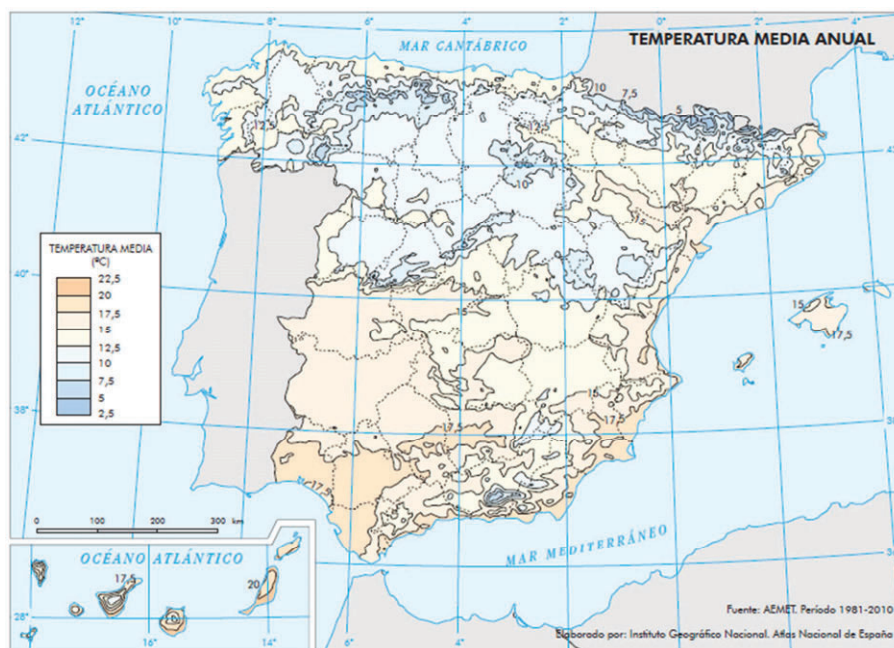


Fig. 55: Mapa de temperatura media anual tras acabar el proceso de producción.

6.8. RESULTADOS FINALES

La serie de temperaturas, los mapas del mar y el mapa de altitudes se han creado mediante la aplicación del modelo creado con *Model Builder*. En total han sido nueve mapas de temperatura a escala 1:10.000.000, dos mapas sobre la superficie del mar a escala 1:10.000.000 y un mapa de

altitudes a escala 1:6.500.000 tal cuyas características son las descritas en el apartado 6.1 *Selección de mapas a producir*. A continuación se presenta una muestra de los mapas obtenidos, el resultado completo de los doce mapas se puede ver en el *Anexo I: Mapas*.

Debido a que la serie de clima contiene nueve mapas con variaciones térmicas muy amplias, ha sido necesario aumentar la generalización del ráster. Esto es porque aunque una generalización menor es adecuada en algunos de los mapas, se ha buscado la homogeneización de la serie de cara a permitir comparaciones visuales al usuario del compendio. Ver el ejemplo de la figura 56.

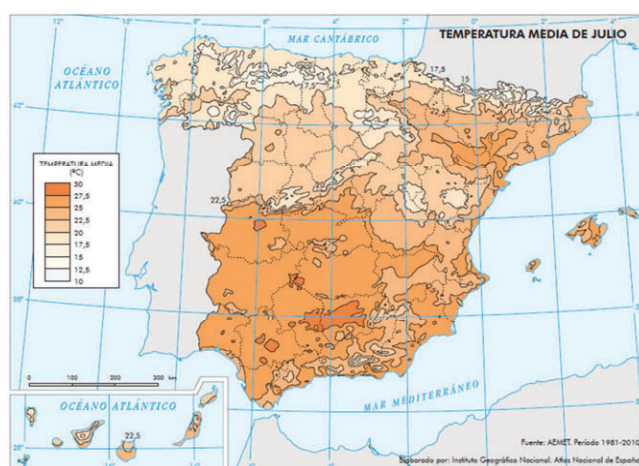


Fig. 56: Mapa acabado de temperatura media de julio a escala 1:10M.

Respecto a los mapas del mar, tras la obtención de las FC se realiza la revisión y edición manual, se comprueban los atributos, se crean las anotaciones y las máscaras. Por último, se añaden las capas en la plantilla correspondiente, se eligen las capas base a mostrar y se crea la leyenda. Ver el ejemplo de la figura 57.

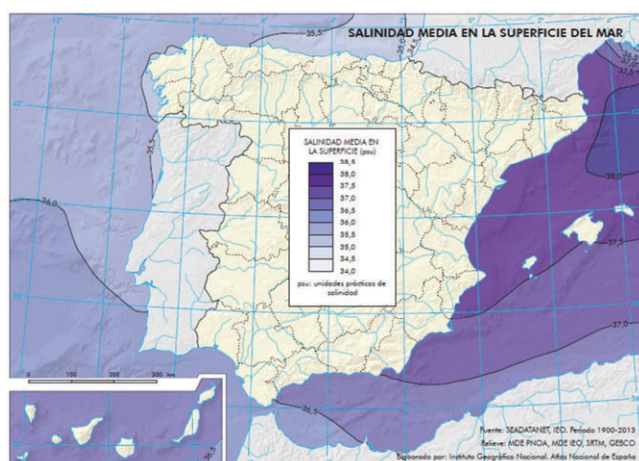


Fig. 57: Mapa acabado de salinidad media en la superficie del mar a escala 1:10M.

Para el mapa de altitud, se aplica el flujo de trabajo adaptando los valores a la escala indicada. Para Península y Canarias se realizan varias pruebas hasta obtener los parámetros que mejor se adaptan al producto final deseado. En la edición manual se realizan todos los cambios necesarios hasta obtener las FC finales. En este caso, la escala del mapa es 1:6.500.000, ver figura 58.

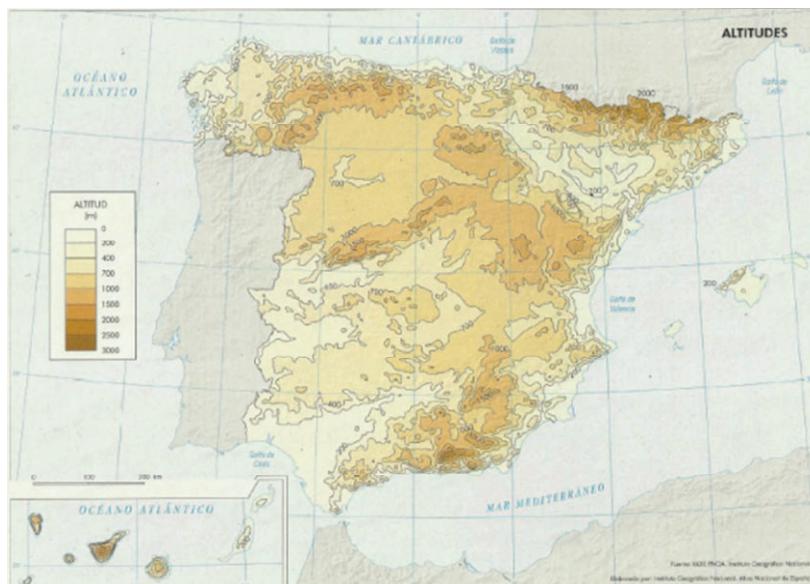
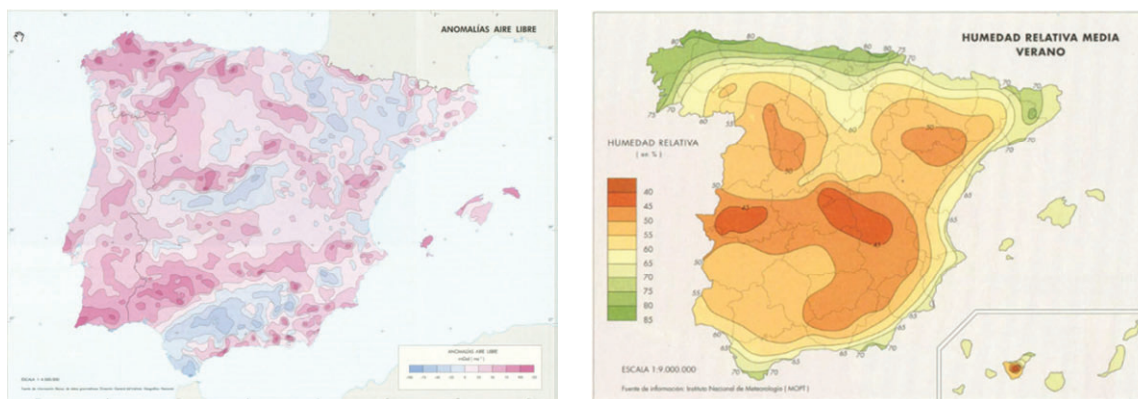


Fig. 58: Mapa acabado de altitudes a escala 1:6,5M.

6.9. APLICACIÓN A OTROS MAPAS DEL ANE

El modelo elaborado durante este trabajo permitirá aplicarlo a todo mapa de isocoropletas que quiera ser creado en el ANE. El modelo creado en *Model Builder* permitirá actualizar de forma sencilla los mapas del antiguo Atlas, crear nuevos mapas con información distinta y optimizar los tiempos de producción de los mismos. Por ejemplo, se podrá aplicar el modelo para realizar mapas de anomalías gravimétricas de Bouguer, estados erosivos del suelo, riesgo de incendios forestales, declinaciones magnéticas, batimetría, etc. [25], ver figura 59.



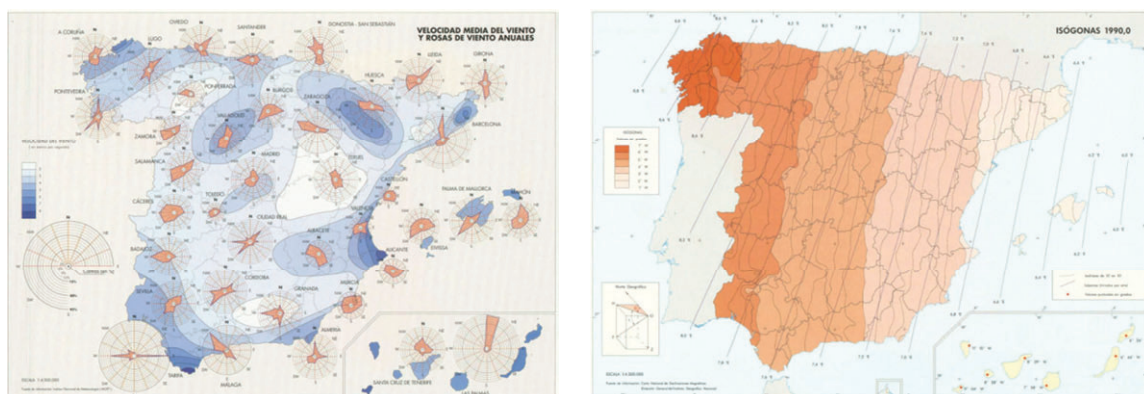


Fig. 59: Cuatro ejemplos de mapas de isolíneas que son susceptibles de ser creados mediante la herramienta creada con Model Builder en este TFM.

El buen resultado del procedimiento diseñado e implementado con *Model Builder* ha permitido que el ANE ya emplee el modelo en distintas escalas, sistemas de referencia y resoluciones, con distintos operadores, entornos e información. En concreto, es el caso del mapa combinado de altitudes y batimetría de España a escala 1:6.500.000 que se muestra en la figura 60.

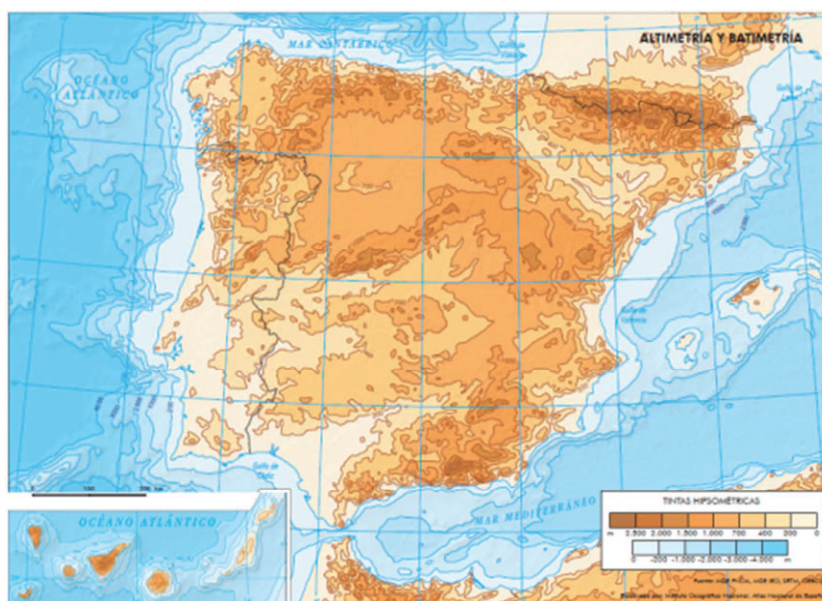


Fig. 60: Mapa del “Atlas nacional del siglo XXI” aplicando la herramienta Model Builder creada en este TFM.

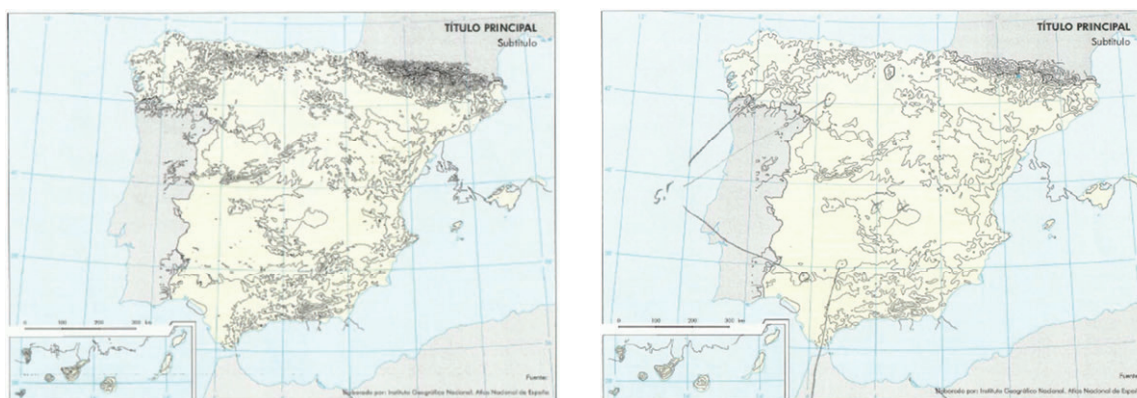
7. CONTROL DE CALIDAD

Tras dar por finalizadas las capas vectoriales y los procesos necesarios para hacer de los mapas algo factible de ser presentado, se debe evaluar el resultado mediante un control de calidad. Para empezar, todos los mapas realizados han sido incluidos en el procedimiento del ANE y se han elaborado teniendo en cuenta el estilo cartográfico y normas del mismo. Es más, todos ellos han pasado por controles de calidad visual y controles de calidad internos en los archivos digitales (nomenclatura, estructura de ficheros, etc.) establecidos en el área de Cartografía Temática del IGN. También se hace un control de calidad de la topología, además, de una revisión exhaustiva antes de publicar cualquier fichero en formato digital. Esto se debe a la necesidad de homogeneizar todos las FC de la base de datos definitiva para evitar repeticiones innecesarias y ayudar a la búsqueda que pueda realizar el futuro operario o usuario. No obstante, estos dos últimos controles escapan al alcance del presente trabajo, por lo que no han sido incluidos.

7.1. REVISIÓN VISUAL SOBRE PAPEL

Lo primero de todo es realizar una revisión visual sobre los mapas temporales que se van realizando y, sobre todo, los mapas finales impresos.

Al principio, algunas opciones de procesado del ráster han sido rechazadas debido a la escasa calidad visual que ofrecían. En el IGN tienen muy en cuenta que el aspecto final del mapa es muy importante, por ello, hay un especialista que se encarga de asegurar que el producto final en papel sea visualmente correcto. Entre las acciones de las que se encarga están la revisión de la elección de un buen parámetro de generalización, escalas de colores atractivas, distinguibles e inteligibles en papel y la supresión de anomalías en el contenido del mapa. Ver ejemplo en la siguiente figura:



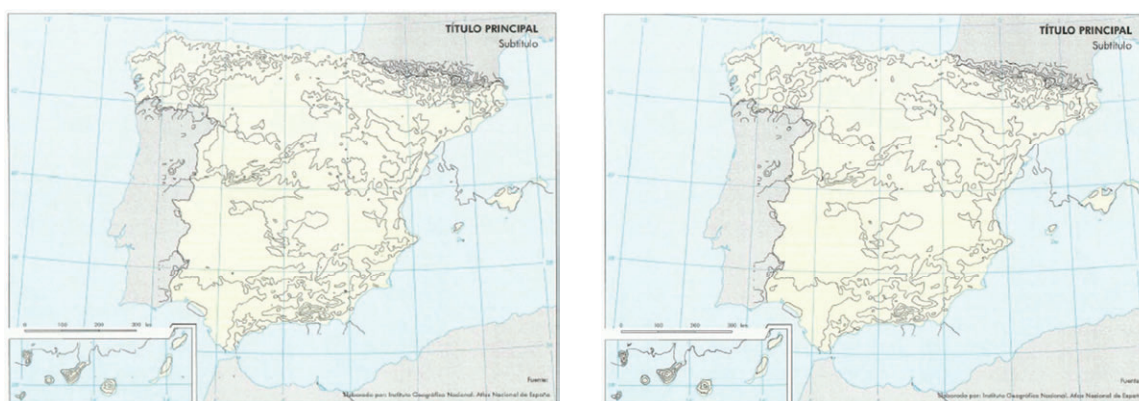


Fig. 61: De derecha a izquierda y de arriba a abajo; curvas originales sin generalización, función de generalización a 3 celdas, función de generalización a 4 celdas y función de generalización a 5 celdas. A escala 1:10M.

También, hay que asegurarse que el mapa no contenga áreas que, según la escala, molesten a la lectura visual. En caso de que existan, es necesario llevar a cabo una limpieza de áreas según las indicaciones que requiera el control de calidad. Ver figura 62.

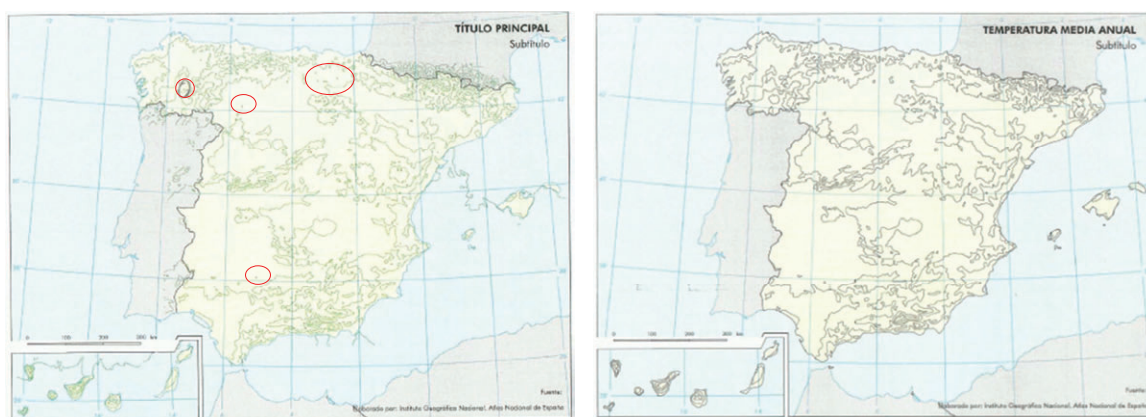


Fig. 62: A la izquierda, isolíneas sin limpieza. A la derecha, resultado tras la limpieza de áreas menores a la percepción visual.

Asimismo, en todas las fases que han llevado a la creación del flujo de trabajo y a la herramienta, se ha realizado un control de resultados, valorando la conveniencia de emplear cada valor de parámetro. En consecuencia, todos los mapas elaborados para este proyecto han pasado por dicho examen, superando con creces las expectativas. De esta manera, el flujo de trabajo da como resultado capas vectoriales con un alto grado de calidad, si bien es verdad que siempre es necesaria una edición manual y un control visual final para la impresión del mapa en cuestión. Ver en detalle los procesos en el *Anexo II: Procedimientos internos del ANE*.

7.2. REVISIÓN INTERNA DIGITAL

Por otro lado, la nomenclatura de las capas y la estructura de las FC deben seguir las normas establecidas por el IGN. Esta nomenclatura incluye el sistema de coordenadas de referencia, la escala, el grupo temático, un nombre representativo del contenido del mapa, tipo de capa (puntual, superficial, rotulación...) y por último un indicador para Península e Islas Baleares (x) o para las Islas Canarias (y). En el caso de estos mapas, un ejemplo de estructura es la siguiente: se89_10_clima_TemMaxAbs_a_x. Cada una de las capas que componen el mapa está almacenada en un *dataset* dentro de una *geodatabase* de extensión *.gdb que se emplea de plantilla. El *dataset* está creado en sistema ETRS89 y se nombra con el grupo temático del Atlas, por ejemplo, esta serie pertenece a climatología por lo que el grupo temáticos es “clima”, en el caso de los mapas de salinidad del mar el grupo temático es “agua”.

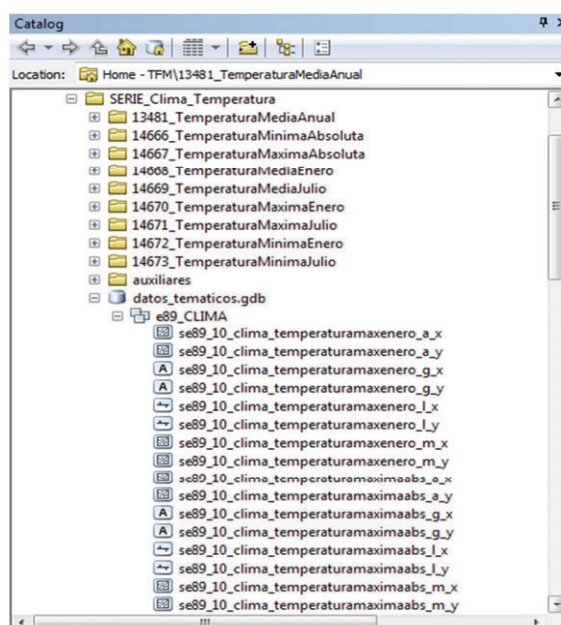


Fig. 63: Organización de las FC dentro de la geodatabase.

También, se comprueba que todos los atributos de las tablas de cada capa son los que se definen en la normativa interna del IGN en cuanto a dominio y nombre del atributo. Los atributos intermedios que aparecen con el proceso de creación y que no son necesarios son eliminados.

Se repasan una serie de especificaciones de calidad y se preparan los ficheros asociados al mapa según el flujo de trabajo interno del ANE, tales como un archivo Word, llamado *.procesos.docx, con los pasos y herramientas empleadas para que el mapa pueda ser reproducible por otros operarios. Asimismo, según los procedimientos del ANE, se comprueba la estructura de

carpetas para la ubicación de todos los archivos asociados al mapa en cuestión. Ver en detalle los procesos en el *Anexo II: Procedimientos internos del ANE*.

Además, cada uno de los mapas pasa por un proceso de revisión de topología, geometría y atributos, una revisión de calidad y una revisión del aspecto final del mapa. También, se reenviará a la fuente que proveyó el dato y al definidor que ha pedido crear el mapa. Si todo es conforme, la serie queda finalizada para ser publicada en el compendio.

8. CONCLUSIONES

En este TFM se ha elaborado un flujo de trabajo para obtener mapas de isocoropletas a partir de un fichero ráster. Para ello, se han realizado varias pruebas hasta obtener el mejor procedimiento posible para, después, automatizarlo empleado la opción *Model Builder* de ArcGIS. Este flujo de trabajo ha servido para optimizar la producción cartográfica del Atlas Nacional de España, responsabilidad del IGN, contando con la ventaja de extraer la información directamente del fichero ráster original y no de isolíneas ya creadas, como se hacían en procedimientos anteriores del ANE. Además, se garantiza el método propuesto ya que el testeo del mismo, a través de la creación de mapas de interés para el ANE, ha resultado ser todo un éxito, lo que supone que el objetivo del proyecto ha sido convenientemente alcanzado.

Siendo la información ráster el punto de partida, la metodología incluye desde el diseño y tratamiento de las capas vectoriales a obtener hasta la composición e impresión de los mapas de la serie, pasando por la creación y edición de los elementos cartografiados. El principal obstáculo para la creación de mapas de isocoropletas a partir de ráster ha sido conseguir traspasar el valor de la isolínea al área interlineal para, posteriormente, poder darle color. Cada vez es más habitual tener información en formato ráster, por lo que, el proceso y la herramienta obtenidos son una gran ayuda que se seguirá empleando en el IGN. La herramienta creada es aplicable a distintos tipos de mapas como se ha demostrado con la diversidad de mapas elaborados; en total doce mapas de las temáticas de climatología, agua, estructura terrestre y formas de relieve. Todos los mapas realizados en este TFM formarán parte del compendio que el ANE – IGN está elaborando y que será publicado como “España en mapas. Una síntesis geográfica” y de la serie general “Atlas Nacional del siglo XXI”.

El trabajo incluye todas las explicaciones necesarias para poder replicar correctamente el flujo de trabajo y para aplicar la herramienta creada a cualquier fichero ráster del cual se quiera conseguir un mapa de isocoropletas.

A pesar de que no se puede realizar una comparación entre el método propuesto en este TFM y el antiguo empleado en el ANE ya que la filosofía cambia, se pueden establecer una serie de aportaciones. Los beneficios del método nuevo frente al antiguo, que obtenía los mapas desde el formato vectorial de las isolíneas que enviaba la fuente, son los siguientes:

- Con un mismo fichero ráster se pueden realizar mapas a distinta escala e incluso modificar en el momento de la producción las especificaciones del mapa si procede, por ejemplo si fuera necesario reconsiderar la equidistancia.

- No se replica exactamente las isolíneas que ofrece la fuente (que aparte del ráster entrega un posible resultado del mapa de isolíneas) por lo que si hubiese un error en el resultado que envía la fuente, al crear las isolíneas desde el ráster se podría localizar. Esto hace que el mapa de isocoropletas obtenido sea más fiable ya que se está haciendo un control del trazado de la capa lineal. Se mantiene la independencia de los procesos llevados a cabo en la fuente y en el ANE.
- El procedimiento cuenta con una serie de pasos que se hacen automáticamente (mediante la herramienta creada) por lo que se evitan las capas intermedias que habrían de ser guardadas para, después, ser borradas. En definitiva, hay un ahorro de espacio además de un ahorro de tiempo al producir estos mapas.

Como continuación de este proyecto, sería interesante crear este mismo flujo de trabajo empleando otros *software*, por ejemplo, *software* libre. Si bien para este TFM se ha elegido la herramienta *Model Builder* de ArcGIS por ser este programa el que se utiliza en el IGN, existen otras opciones, como QuantumGIS, con las que crear la misma herramienta. El objetivo sería realizar una comparación de las herramientas creadas en distinto *software* y analizar los resultados y los tiempos de ejecución con el fin de optimizar los procesos de producción de estos tipos de mapas temáticos. Además, el TFM podría considerarse como un ejemplo que permitiera automatizar otros procedimientos del ANE o para crear flujos de trabajo para otro tipo de mapas que se quisieran realizar.

Por otro lado, personalmente, con el trabajo desarrollado se ha conseguido un mayor conocimiento de las posibilidades de ArcMap así como realizar modelos para cajas de herramientas (*toolbox* de ArcMap) que se ajustasen a necesidades específicas. De igual manera, se ha interiorizado y comprendido el sistema de diseño y creación de mapas en el Atlas Nacional dentro del organismo público del Instituto Geográfico Nacional. Además, la investigación de las herramientas en ArcMap ha permitido aprender más sobre su uso.

9. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

9.1. LIBROS

- [1] J.M. López, “Cartografía Temática”, *publicado en la E.T.S.I. Topografía, Geodesia y Cartografía*, 1997.
- [7] A. H. Robinson, J. L. Morrison, P. C. Muehrcke, A. J. Kimerling y S. C. Guptill, “Elements of cartography”, *John Wiley And Sons, Inc.*, 6ª edición, 1995.
- [8] B. D. Dent, “Cartography. Thematic map design”, *WCB McGraw-Hill*, 5ª edición, 1999.
- [21] E. Ruiz Pozuelo, “Diseño, ejecución y valoración del control de calidad del producto de datos: Cartografía Digital de Angola 1:100.000 (CDT100)”, *TFM facultad de Geografía e Historia Universidad Complutense de Madrid*, 2014/2015.
- [25] F. Aranaz del Río, “Tu amigo el mapa”, *Ministerio de Fomento - Instituto Geográfico Nacional*, 5ª edición, 2010.

9.2. COMUNICACIONES, ARTÍCULOS Y PONENCIAS

- [12] M. D. L. Ángeles, S. Medina, y C. A. Enríquez, “Desarrollo del módulo ISOLINEAS en ArcGIS. Aplicación cálculo de isoyetas en el estado de Guerrero” *Congreso Organización Mexicana de Meteorólogos A.C.*, pp. 1–10, 2011.
- [13] R. E. Roth, M. Harrower, J. E. Burt, y N. P. Street, “Isoline Engine: A Digital Assistant for Surface Mapping”, *International Symposium on Automated Cartography (Auto-Carto), ICA Commission on Visualization and Virtual Environments Workshop*. pp. 1–7, 2008.
- [17] A. Buckley y D. Watkins, “Automated map production workflows”, *24th International Cartographic Conference*, pp. 1–11, 2009.
- [18] J. Agrela, L. Esteves, J. Ferreira, y O. Antunes, “Information and knowledge management using ArcGIS Model Builder”, *Proc. 5th Eur. Conf. Inf. Manag. Eval.*, pp. 1–12, 2011.
- [20] P. Csáfordi, A. Podör, J. Bug, y Z. Gribovszki, “Soil erosion analysis in a small forested catchment supported by ArcGIS Model Builder”, *Acta Silv. Lignaria Hungarica*, vol. 8, no. 1, pp. 39–56, 2012.
- [22] M. Kumar, “An ArcGIS Model Builder application for comparing interpolation methods”, *Erasmus*, pp. 1–3, 2007.

- [23] M. Gheorghe y M. Dardala, “Visual tools for software development in GIS applications”, *Romanian Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 9, no. 1, p. 2016, 2016.
- [24] M. Lowe, “Night Lights and ArcGIS: A Brief Guide”, *Available online: <http://economics.mit.edu/files/8945>* (último acceso el 28 de abril de 2017), pp. 1–20, 2014.

9.3. ENLACES WEB

- [2] Objetivos, visión y misión del ANE, consultado en: http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERAL_ES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/ATLAS/PERSPECTIVAS/ Último acceso el 28 de febrero de 2017.
- [3] Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), consultado en: <https://www.cnig.es/buscarArtsMenu.do> Último acceso el 24 de febrero de 2017.
- [4] El Buscón del ANE, consultado en: <http://www.ign.es/ane/bane/> Último acceso el 24 de febrero de 2017.
- [5] Información sobre el Atlas Nacional de España, consultado en: <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesAtlas.do> Último acceso el 28 de febrero de 2017.
- [6] Información sobre el Atlas Nacional de España, consultado en: <http://age.ieg.csic.es/secundaria/Material%20IV%20Seminario%20web%20AGE/Ponentes/Recursos%20did%C3%A1cticos%20ANE%20del%20IGN/Atlas%20Nacional%20de%20Espa%C3%B1a.pdf> Último acceso el 1 de marzo de 2017.
- [9] Información sobre mapas de isolíneas, consultado en: <https://volaya.github.io/gis-book/Visualizacion.html> Último acceso el 28 de abril de 2017.
- [10] Información sobre mapas de isolíneas, consultado en: <http://redgeomática.rediris.es/carto2/pdf/pdfT/tema5t.pdf> Último acceso el 26 de abril de 2017.
- [11] Página manual para crear mapas con ArcGIS, consultado en: <http://acolita.com/crear-mapa-de-isoyetas-isotermas-isobaras-en-arcgis-isolineas/> Último acceso el 2 de marzo de 2017.
- [14] Selector de colores, consultado en: <http://colorbrewer2.org/#type=sequential&scheme=BuGn&n=3> Último acceso el 24 de febrero de 2017.

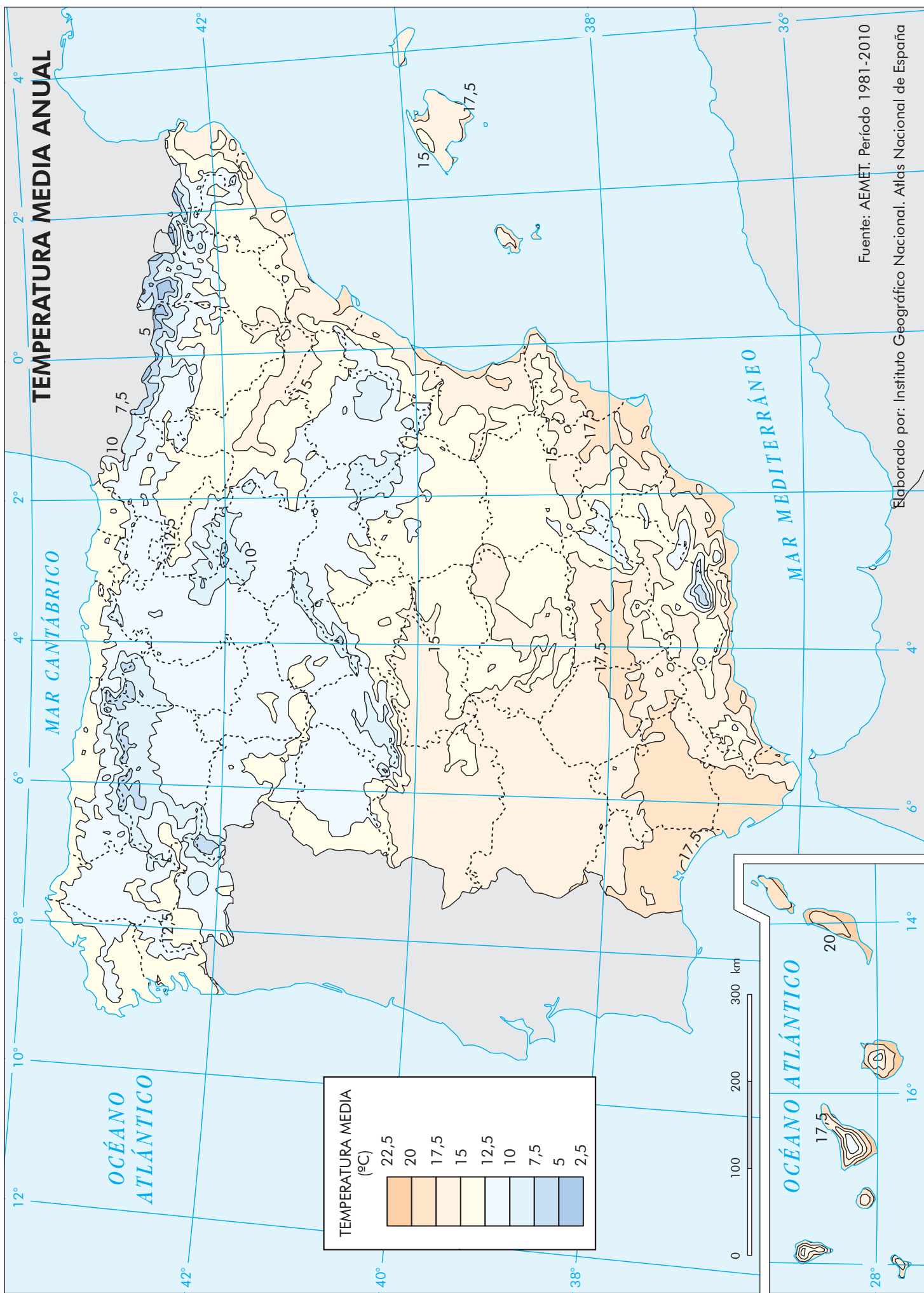
- [15] Constructor de modelos de procesamiento con Quantum GIS, consultado en: <https://mappinggis.com/2014/08/crear-un-modelo-de-procesado-en-qgis-el-model-builder-de-qgis/> Último acceso el 2 de marzo de 2017.
- [16] Elegir entre *Model Builder* y Python, consultado en: <https://mappinggis.com/2015/06/model-builder-o-python/> Último acceso el 3 de marzo de 2017.
- [19] Ayuda *online* de ArcGIS, consultado en: <http://resources.arcgis.com/es/help/> Último acceso el 24 de febrero de 2017.

ANEXO I: MAPAS

1. SERIE CLIMATOLOGÍA

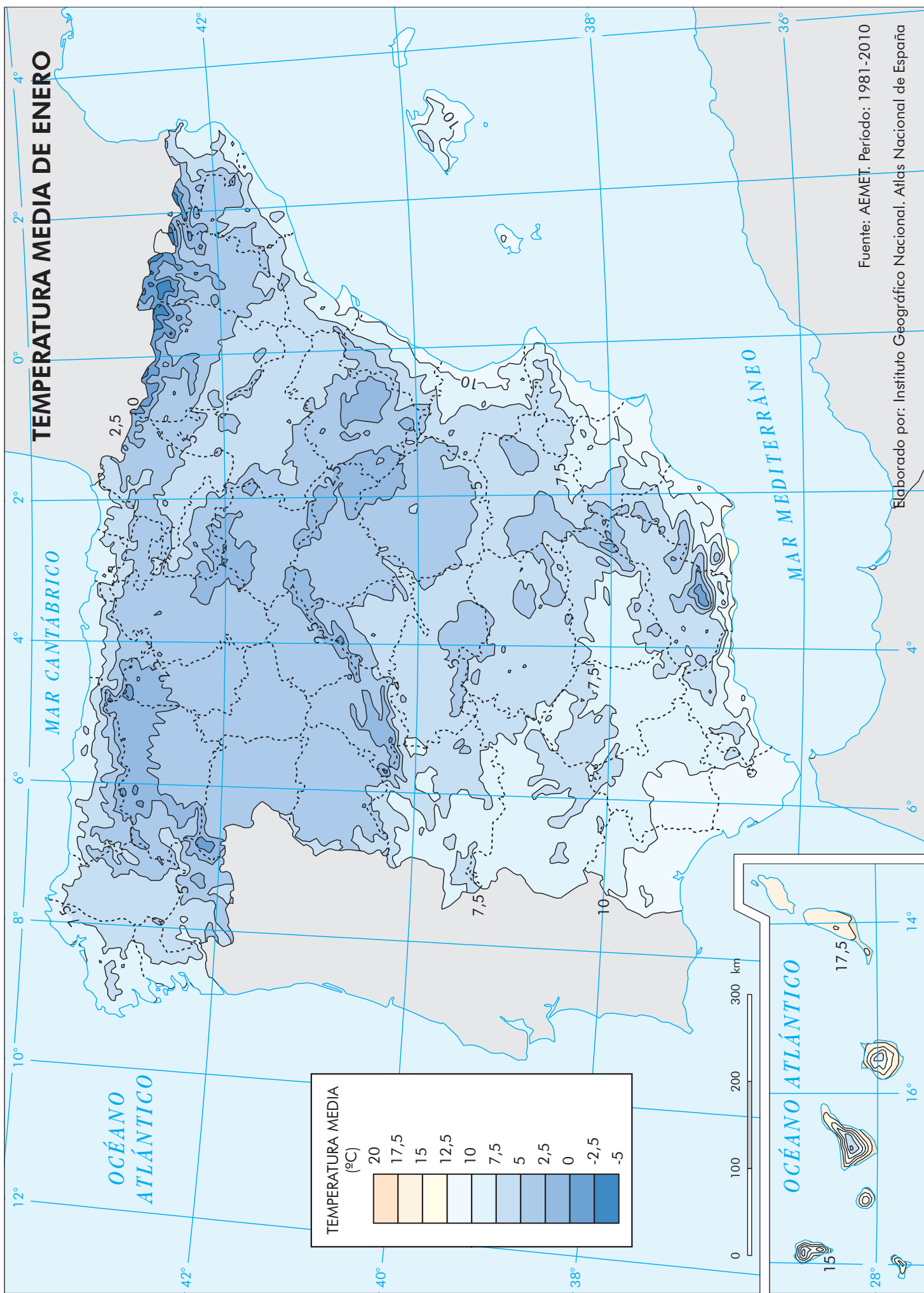
A continuación se muestran los siguientes mapas de la serie de Climatología:

- Temperatura media anual
- Temperatura media de enero
- Temperatura media de julio
- Temperatura máxima absoluta
- Temperatura media de las máximas de enero
- Temperatura media de las máximas de julio
- Temperatura mínima absoluta
- Temperatura media de las mínimas de enero
- Temperatura media de las mínimas de julio.



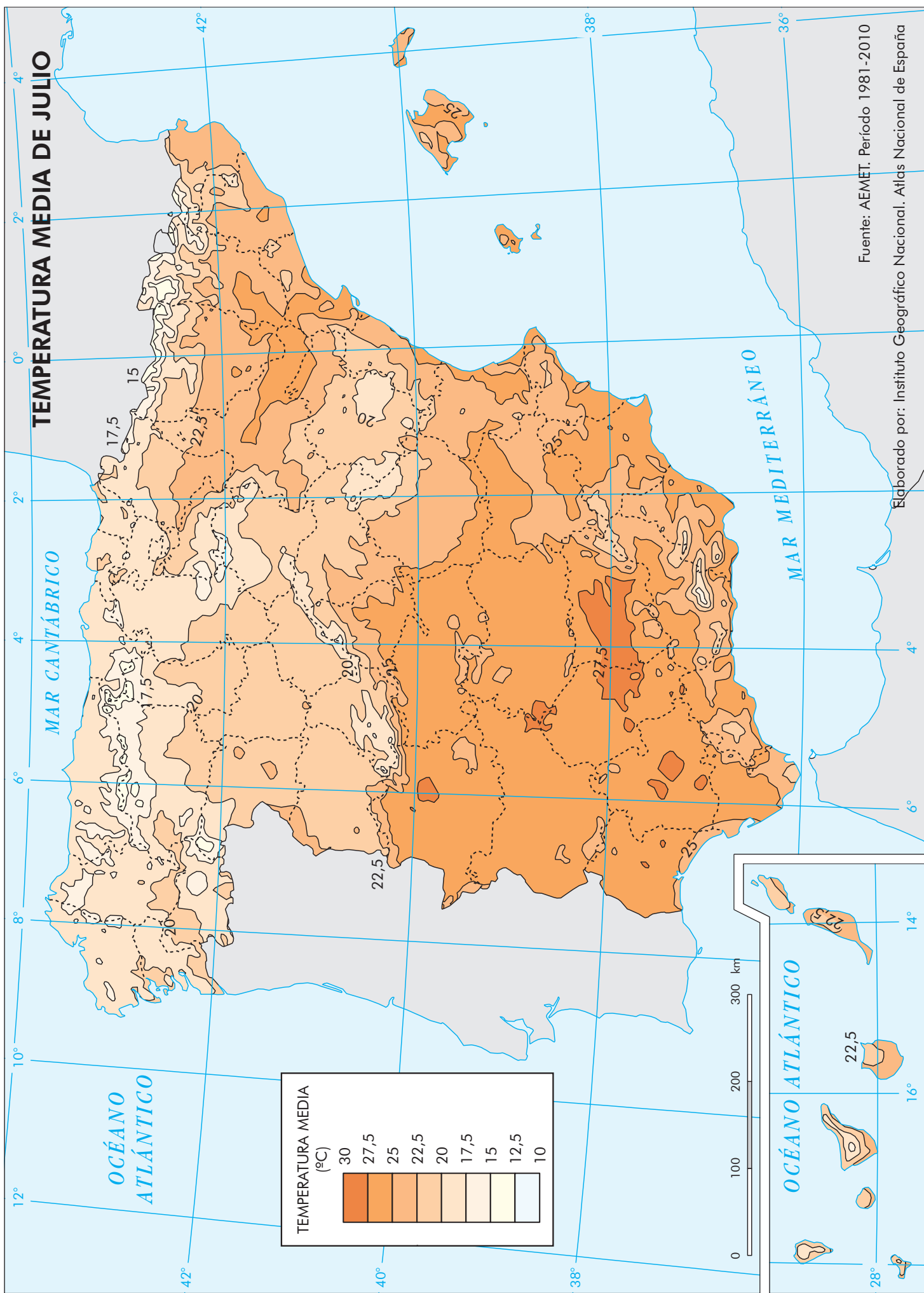
Fuente: AEMET. Período 1981-2010

Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



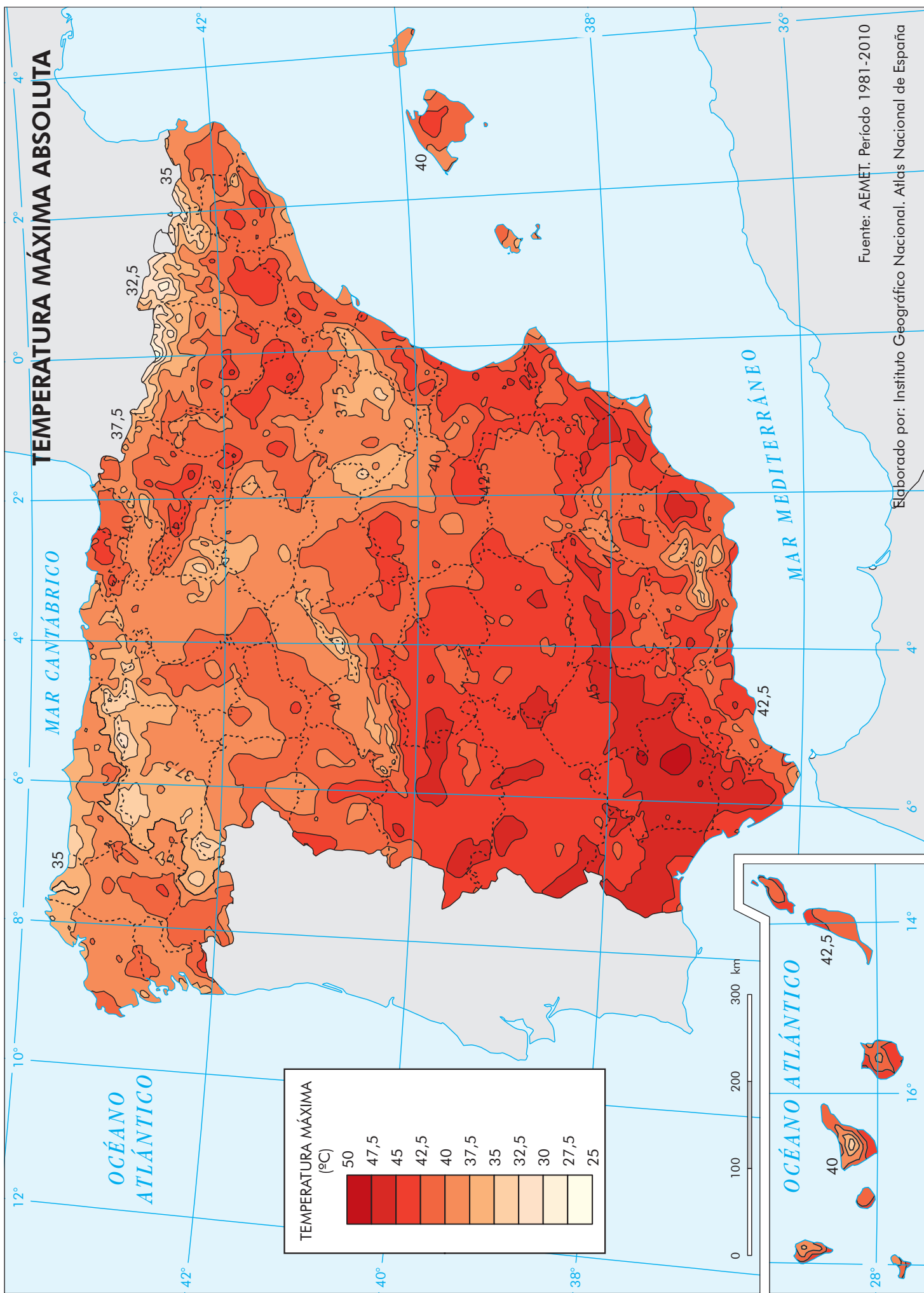
TEMPERATURA MEDIA DE ENERO

Fuente: AEMET. Período: 1981-2010
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



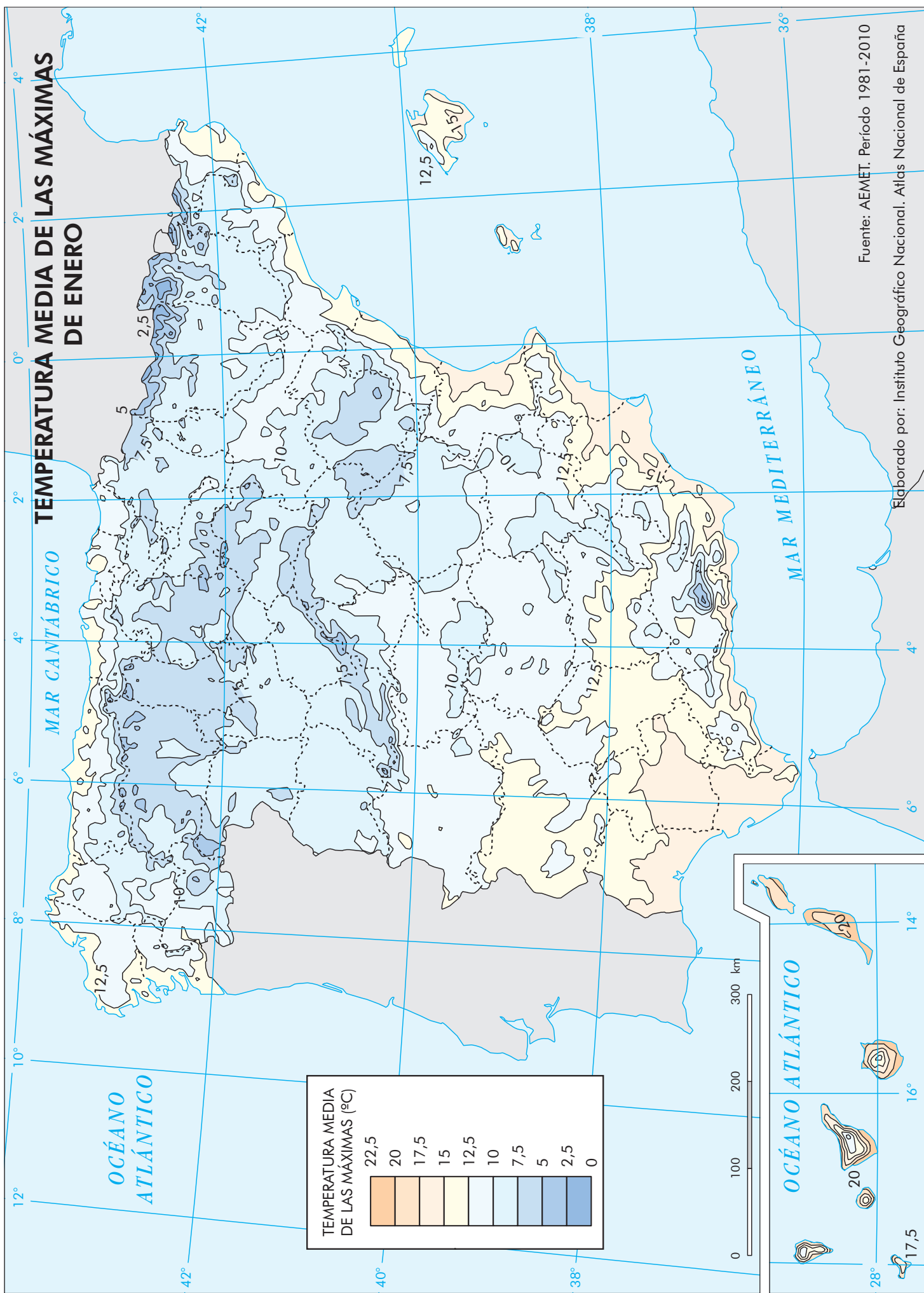
TEMPERATURA MEDIA DE JULIO

Fuente: AEMET. Período 1981-2010
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



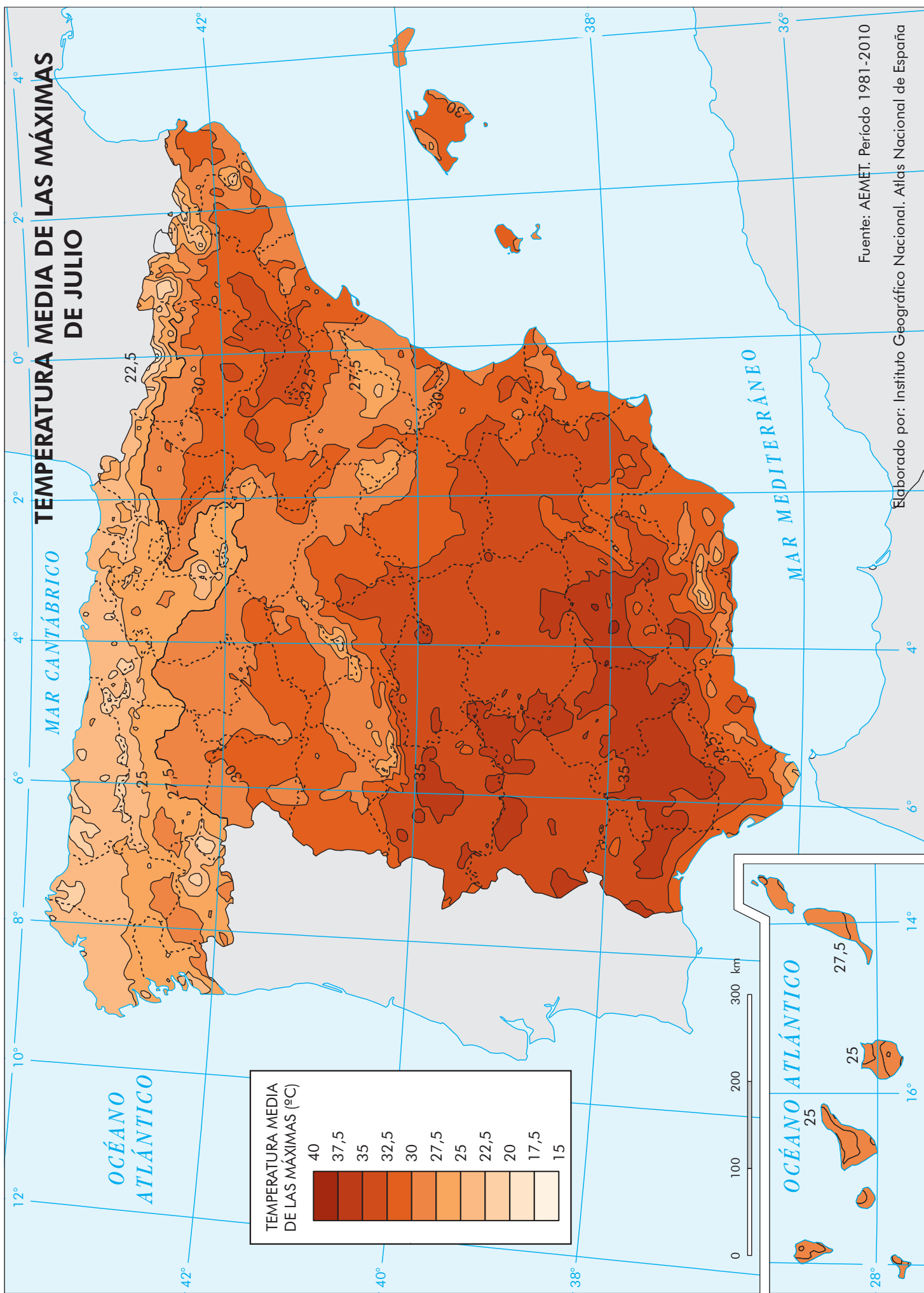
Fuente: AEMET. Período 1981-2010

Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



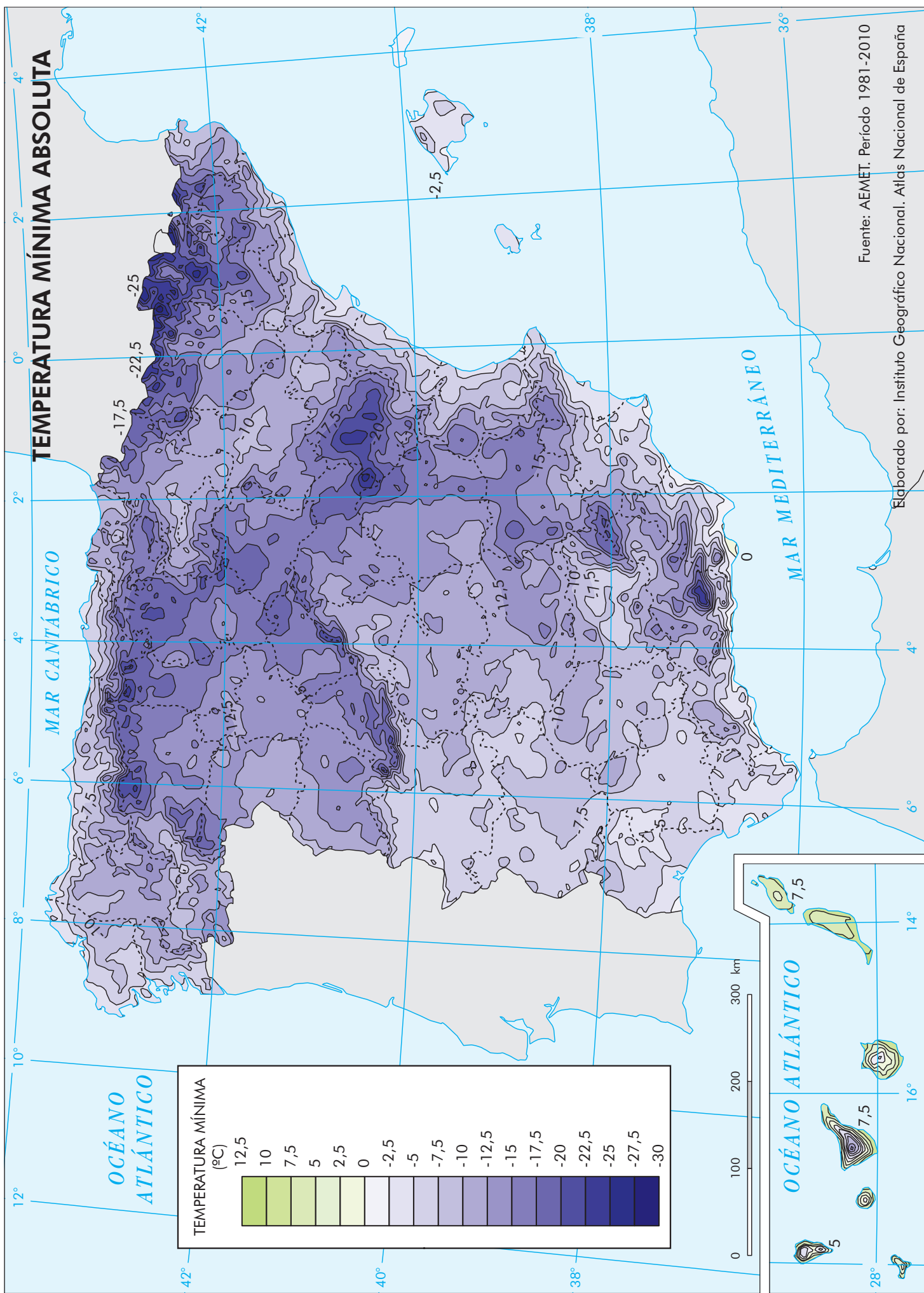
Fuente: AEMET. Período 1981-2010

Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



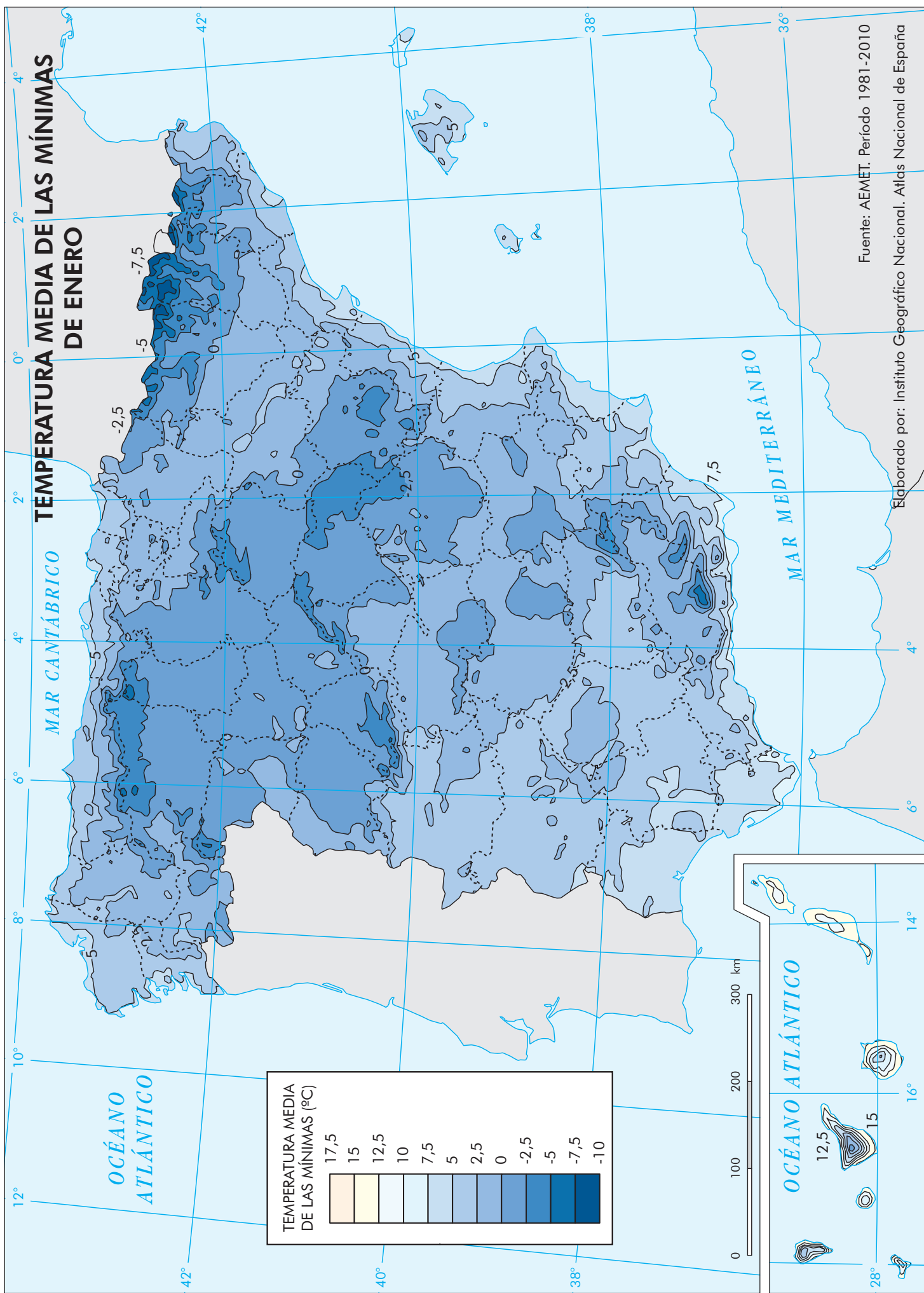
Fuente: AEMET. Período 1981-2010

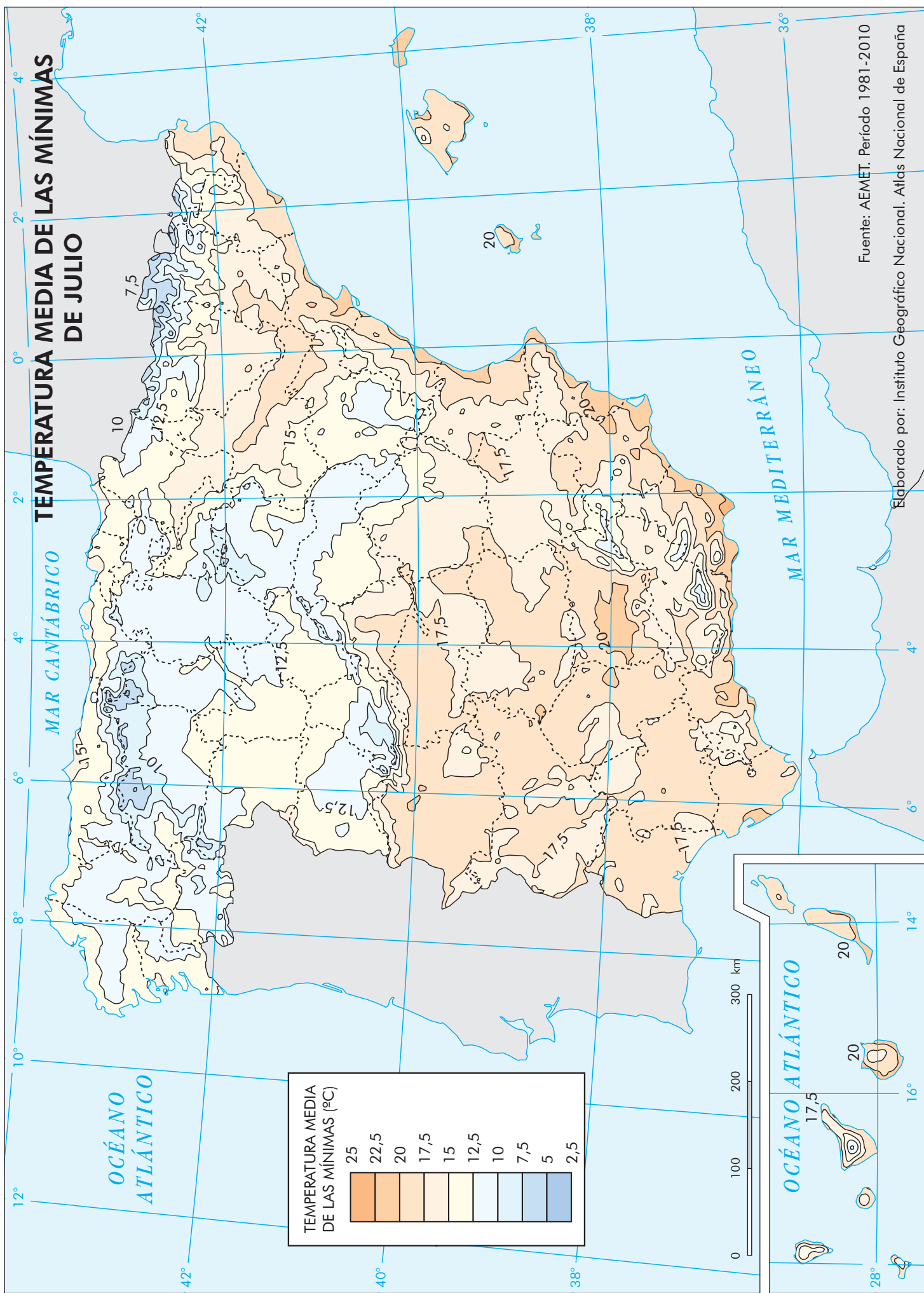
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



Fuente: AEMET. Período 1981-2010

Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España





Fuente: AEMET. Período 1981-2010

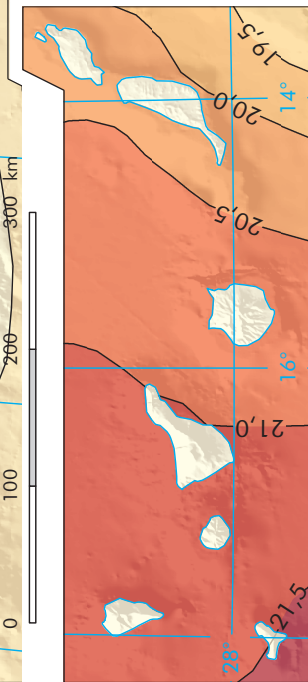
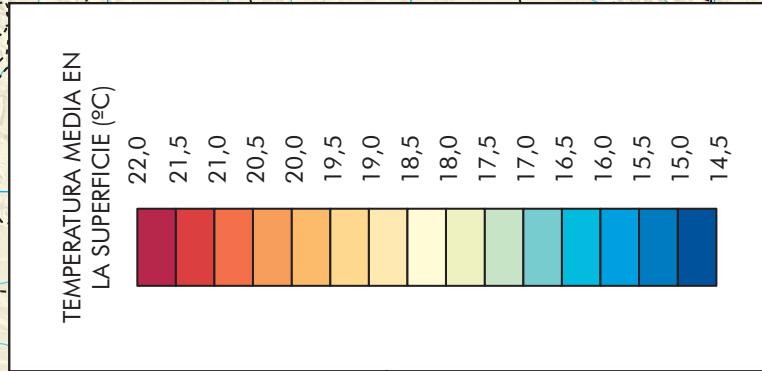
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España

2. SERIE DE SALINIDAD Y TEMPERATURA DEL MAR

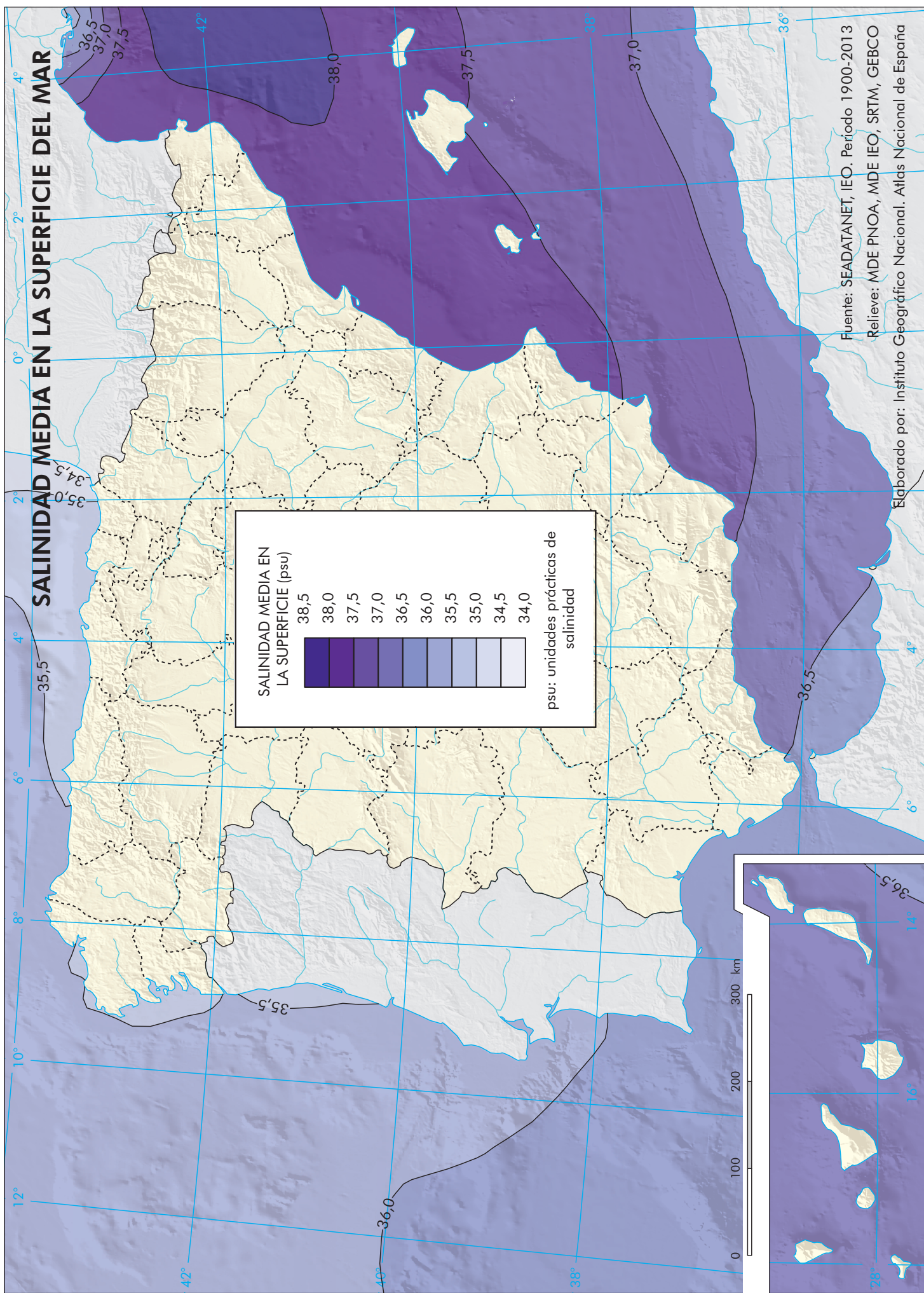
A continuación se muestran los siguientes mapas de la serie del mar:

- Temperatura media en la superficie del mar
- Salinidad media en la superficie del mar.

TEMPERATURA MEDIA EN LA SUPERFICIE DEL MAR

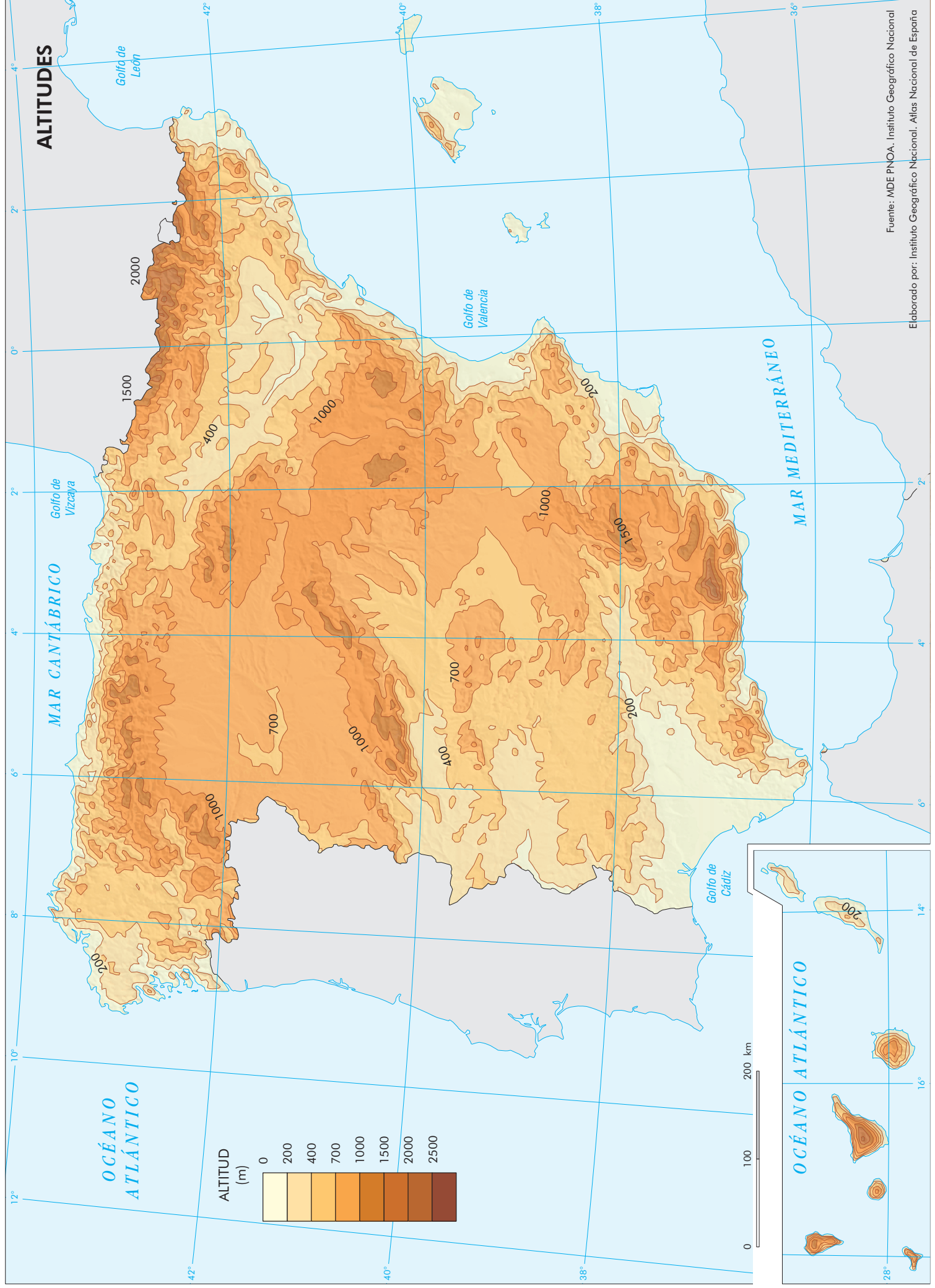


Fuente: SEADATANET, IEO. Período 1900-2013
Relieve: MDE PNOA, MDE IEO, SRTM, GEBCO
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España



3. MAPA DE ALTITUD

A continuación se muestra el mapa de altitudes de España.



4. CAPÍTULO DE CLIMA Y AGUA DEL COMPENDIO

Se adjunta el capítulo de Clima y Agua en su aspecto y versión actual (aun incompleto y con falsos textos) pero en formato tal y como se presentará en el compendio que publica el ANE-IGN con el nombre de “España en mapas. Una síntesis geográfica” y cuya serie general del ANE es “Atlas Nacional de España del siglo XXI”.

Capítulo 4

Clima y agua

Climatología

Aguas continentales y marinas

Climatología

Sumquo consequi dest el et doluptas ea sum volor simaior ianditia quatur ratur, optas eic to dolorum in cum, secepta temoluptamet aliquo plab iuntio etur arum, te evelibus.

Ebit faccabore vollabo. Harum hillacerae non nist, volupta tinimus ea quibusc iuntiis et aut ut ipictotas maxim sim ereictotati quiasperum exero magnis volesto dem qui voluptatesci occab in re ilibus id exerupta ea voluptatis aute quo molorio. Unt mo dolorro eatur aped qui numque pra inis sanda doluptius que occatiae niet apitiuntur re laborem aute simagni tenihil laturitas et ex eati commini ntiatii ssiminvel il iur?

Pudignam quam fuga. Animenim faceaque pliquibus recatem vernaturatur aliquo corum estiis adis quidignis net voluptior aut lam labore offic tet, net ut antotate quia pro eosaece riossim aximi, officienti nos solorum re, consed quo opta-

Texto general Myriad Pro cpo 10

Caracteres	2590
Palabras	408
líneas	59

officatem que pra num labores modistiae sum eicia dolorerio.

Que deliquos mi, sit quis aute voluptium que et, sit officie nihilluptati volorporem dunt voluptiist maio di conecto oditias as alia consendae pel ium quat.

Elit arum ea num qui cusapie nihillo reprepel eium atur atae. Et la nimaxim deliscid qui omnia



Inversión térmica



Observatorio meteorológico manual y automático

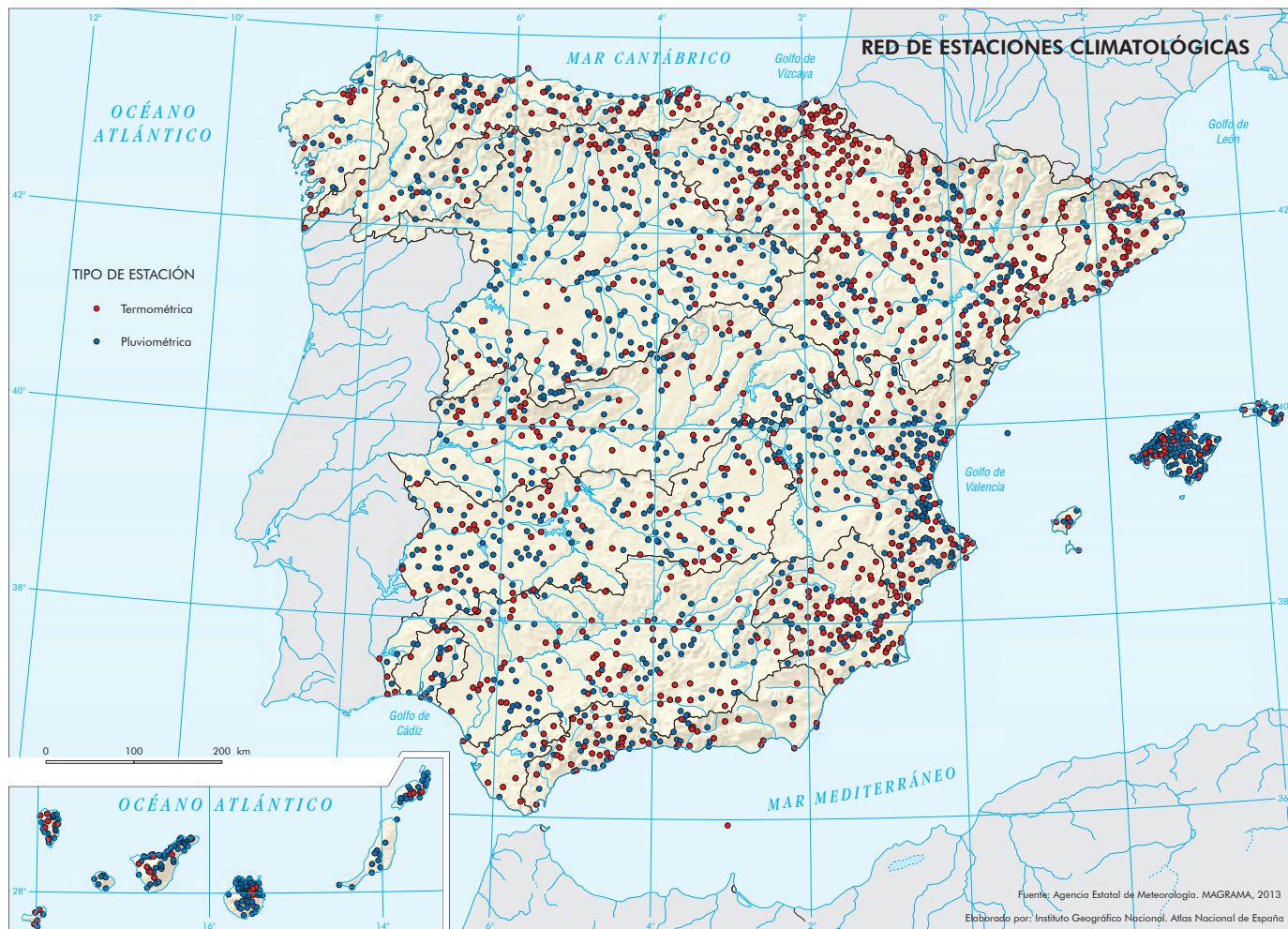
necti as aborro et, cuptatem facessendio. Imillene cum re rem utemo venem etur alibuscis que eat. Faccupt isciis enis nam fugia vid moluptam sinverciis dolupic te officil iquamuscit la volorepudi ad que nihicto dolum acearunto.

Qui nosam dolorepudae culloressi ipsae occulluptas ent, te lam verundus, sae cusandus plaut ad ma ne in consequis quam voluptatium.

Doluptatem di omni non cuptis am alignate eossus pa deliquid ulluptam, odictiis ad ullaccum ipsunti dia con ea antiundant fugiae il modit liquis ex escia nihiti consequi blandel laboreici consequunt acerspis am, ipiet quiassit eiunt ali-

cim rem. Et et quibus eosa aut laccaerferum verovid iassimus delestiori qui simenet el earum, omnis nulpa ventium sin eum et veriatius, sitibus que dolum re es as velis explacc ustiatiorem fuga. Et estiorum quistibus, test, sam ute arum facero quiae. Incti corro id.

Sam non corrore, quas sequiscite voluptur asperrovid quas del magnihi lluptat quatio qui volorepelis mi, se et eatatem. Et laborep udiptieture derum faccupta et uta int aut et doloribus aut hil int iderera ditat idis alis abor ad eost rae volupiendest eum sitem volupta aceat iur mos suntotasint voluptatemod et qui ut odionsedias.



Temperatura

venimo derions ernatumqui dolor re occus moluptat ut perovit. Elit arum ea num qui cusapie nihillo reprepel eium atur atae. Et la nimaxim deliscid qui omnia necti as aborro et, cuptatem facessendio. Imillene cum re rem utemo venem etur alibuscis que eat.

Volorem labore, od eveliquas pro cus, aut quaecab idus, esti idusam de porrovid quam quibus eaqui occusaestium quatem fugiam fugit remposti velluptum sandaectium dolestisit, te veliqui atectore nis et, venimus ex etur, solup-ti bearcm nihit, simolo earum quaepe-dis nestis aliquam.

iuntenis accae nes re valor reiume perest volupta tiorias utes volorempos est aut etur?Daepe-rum quidestia doluptatios con con cuptatem hil maximolore ius illabores debitis repro maionsed quam dic tet deliti rem. Et volestiaere exerios sumquisit, officiam, voles et ipit a eosae deliat eost maximilibus.

El moluptiorum aceaque mi, is et laborio rum-qua cum volorum que nos dio cones il il eaqua

Texto Temperatura Myriad Pro	
cpo 10 pags 85, 86 y 87	
Caracteres	3885
Palabras	583
líneas	91

ovitatur? bus dolorepe- asit, eossequ lipid quos enit
e consend is- el intem nihi- cit mi, cus estin eostem. Ditae volorias ratur aut valor maximet, sequi comniatis qui omnimillant prae corae vitio. Nam nihiciis eos apis sitassincide nonecea quaspelitios maximet eost, consequias natur assecatus quo cum andam volorro maion-seque escias sitatur, tem fugitem re voluptatur, nobis nobis ere quis dunt voluptatur, sedit untis evenis sum reperum vento blanihi litasimin por si coreperem am doluptibusam eri abo. Ut aut labo. La volupta quidunt eatet quid quaspedist, officae vollaut rae dolestr umenist, etus.

Pudam restrum quide vellace aquundit ad moloritat ut aut quis exped qui doluptatio et aut mollaudam labores tiberiis eostibusdae suntion sectemp erupici psundis quibus.

Dunt aut magnimi nusdam quos eatae et aut restini repudit, core sundandis vero dia ilistint vel erum repedis natus esti ius ad eossi quatecu llignia cum quatum duntur adis rem quo bla ero mossect oribus ma dolorento idesendit eati offi-cab orepudis pro con rerrum voles im auditiis ne et molor aut quibus, con est, quos rendia ant.

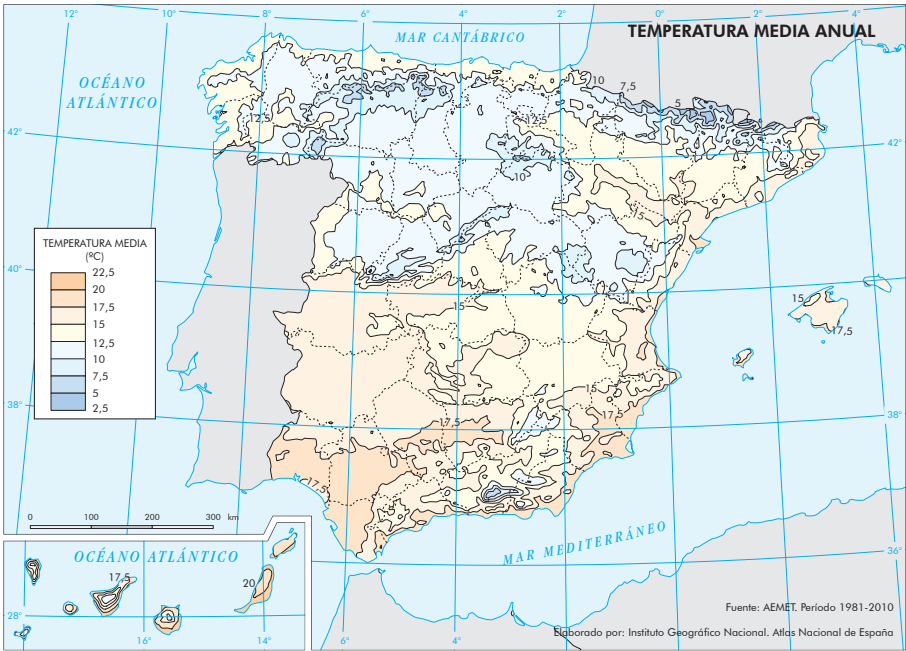
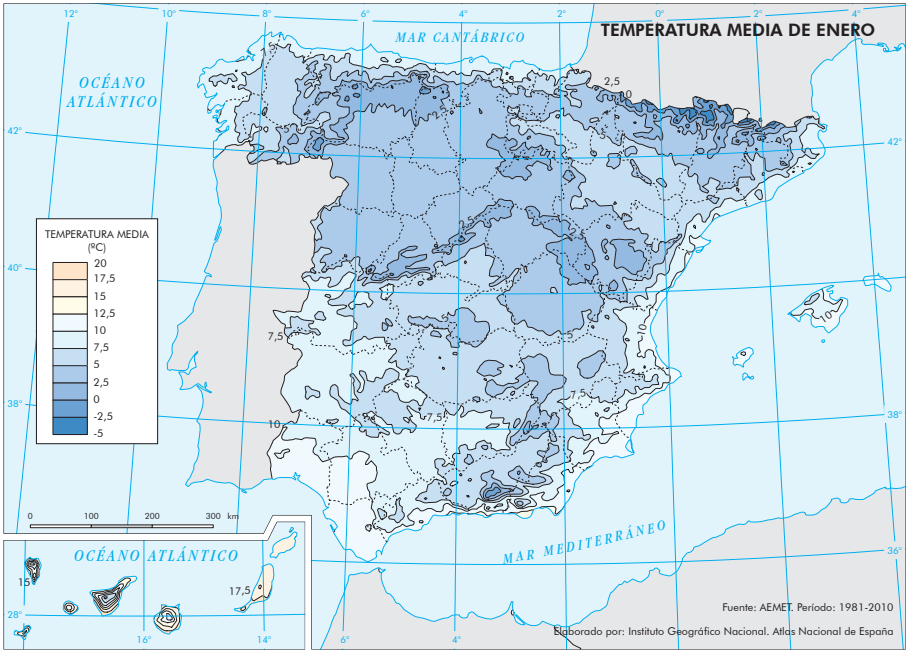
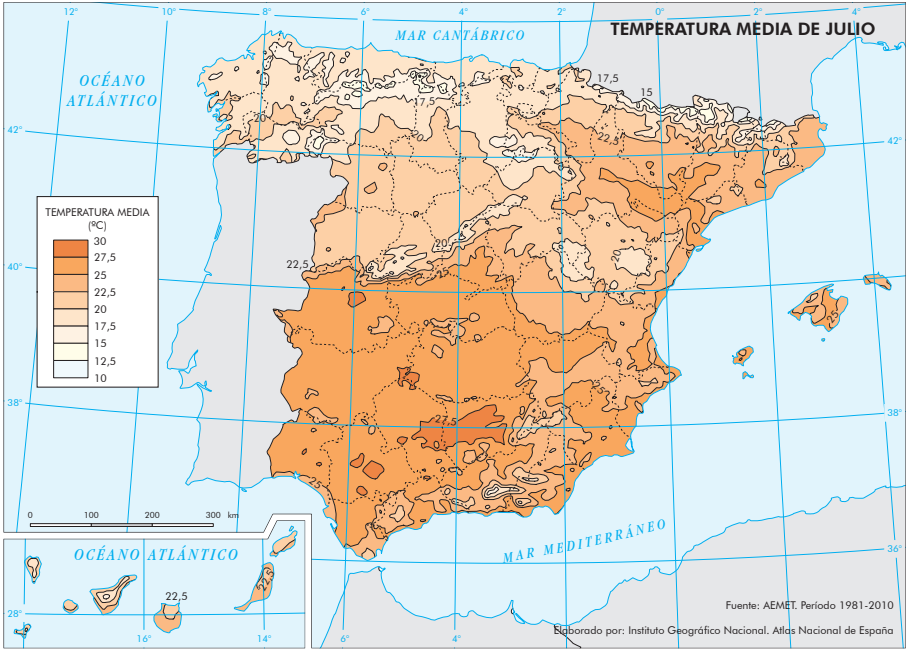
Opta nonsequat re volupta tectur, omnimis molum audam facupud isquatur aliti dolupta pa consendis adis ium untenis ciattissit, sapiciis repe-rum volut eium repta con prerepres aut rerro eat.

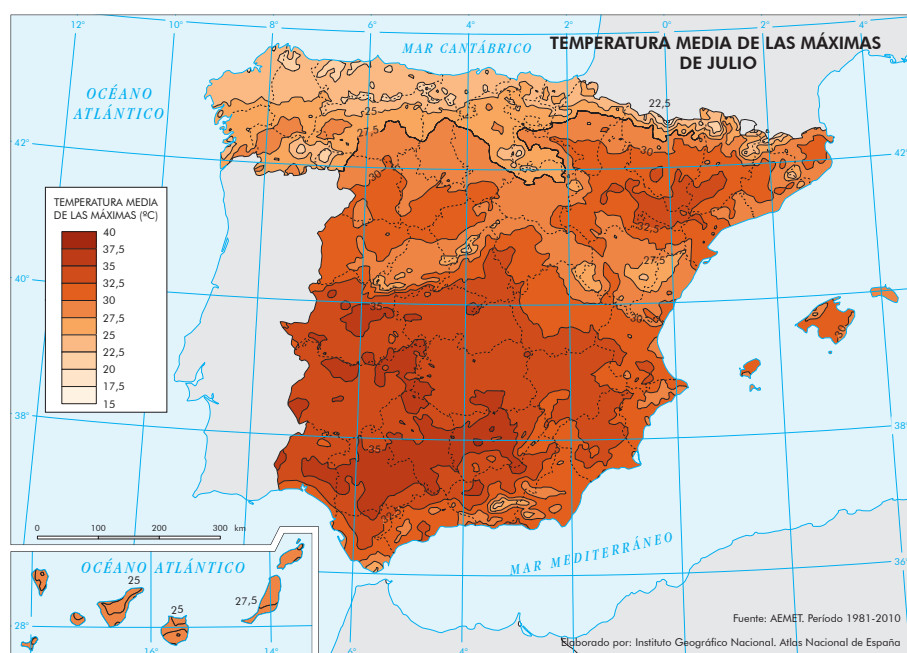
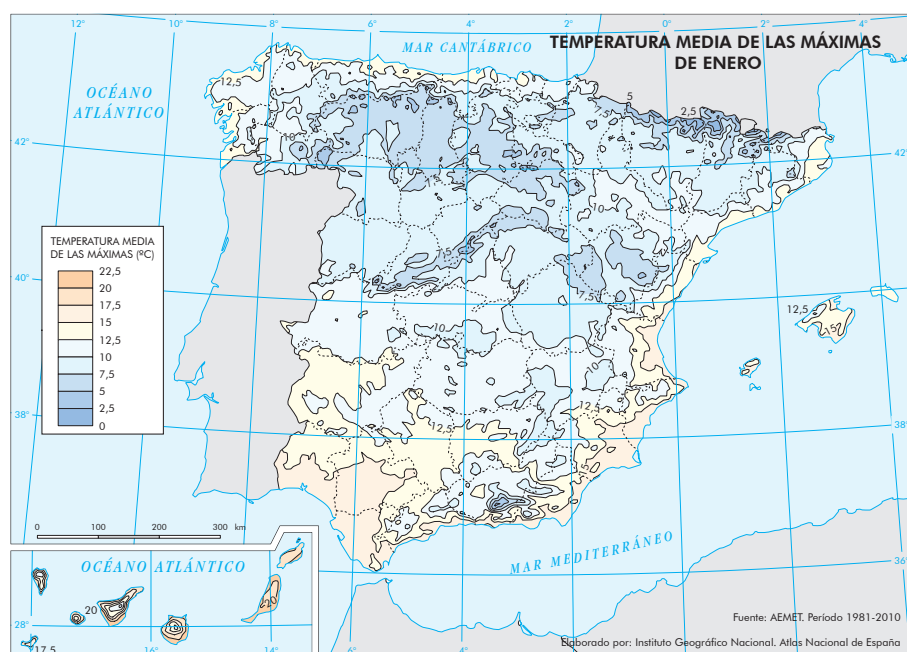
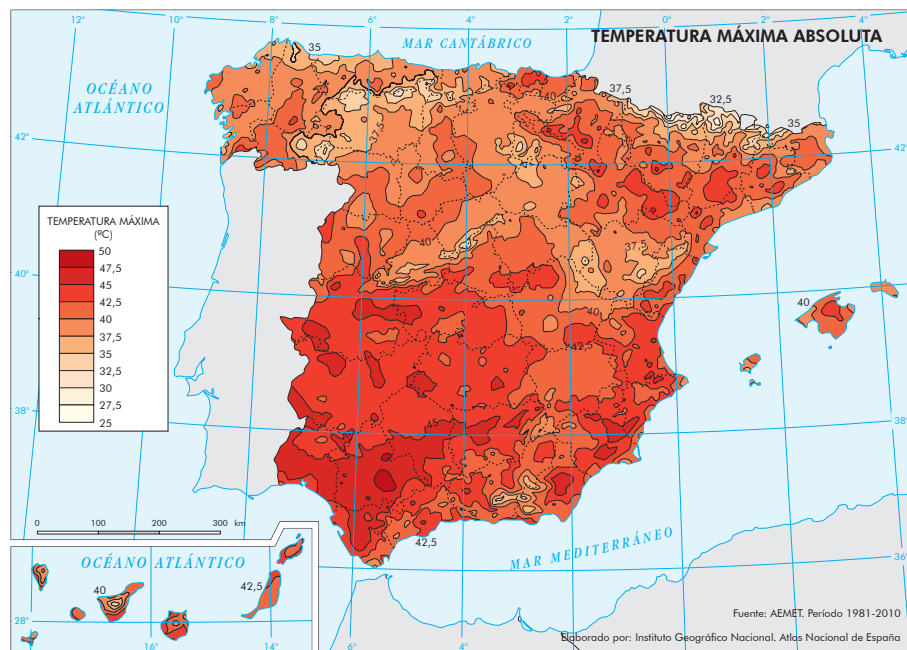
Si qui qui acessitate prepe litio et, cum et autemodi bla voluptae odit eum excepra del mo-luptat.

Sed quam reperrum consequi autem volup-tatem eaqui velloritio tem nes as volori niet eu-mquatus de moluptaspere provit re vel.Pudam



Helada con cencellada





sequatu riones militat aliqui arionectem am con-
sequiat.

Oluptatia que es dentiisciti con re omnimu-
saped quodipsunto tenissi mpores sendanto
berum iustorum aut facipsa nisciet, nossedicae
dolorio. Pedit aliquam, sinum as sintur?

Udanis etur, ea quo quistiu mquae. Nam, num
doluptatur, simusamus imillore, aut in pa vollori
tiatiatquos expliqu aturiae derum essit aliquatur?

Dunt, conse ventem que quis ne nobissi nve-
licius, in remperestio eictatiores maximo rionec-
tem que lanis quiatut arunturepe iunt laccabo-
rem rate dercimur exceatem alicidem no.Et apel
inctio beati dolorum alitam, volupta inusamus.

Temperaturas Máximas Extremas

Estación	Temperatura Máxima (°C)	Fecha
Córdoba/Aeropuerto	46,6	23/07/1995
Sevilla/San Pablo	46,6	23/07/1995
Murcia	45,7	04/07/1994
Badajoz/Talavera La Real	44,8	01/08/2003
Zaragoza/Aeropuerto	44,5	07/07/2015
Gran Canaria/Aeropuerto	44,2	13/07/1952
Málaga/Aeropuerto	44,2	18/07/1978
Huelva, Ronda Este	43,8	25/07/2004
Guadalajara/El Serranillo	43,5	10/08/2012
Ciudad Real	43,4	24/07/1995
Lleida	43,1	07/07/2015
Toledo	43,1	10/08/2012
Cádiz, Obs.	43,0	19/08/1982
Valencia	43,0	27/08/2010
Granada/Base Aérea	42,8	29/07/1935
Jaén	42,8	09/08/2012
Logroño/Agoncillo	42,8	07/07/1982
Albacete/Los Llanos	42,6	17/07/1978
Cáceres	42,6	07/08/2005
Huesca/Pirineos	42,6	07/07/1982
Ourense	42,6	20/07/1990
Sta.Cruz de Tenerife	42,6	12/07/1952
Bilbao/Aeropuerto	42,0	26/07/1947
Meilla	41,8	06/07/1994
Alicante	41,4	04/07/1994
Pamplona/Noain	41,4	10/08/2012
Girona/Costa Brava	41,3	05/07/2015
Almería/Aeropuerto	41,2	30/07/1981
Lugo/Rozas	41,2	20/07/1990
Salamanca/Matacán	41,0	10/08/2012
Zamora	41,0	24/07/1995
Foronda/Txokiza	40,8	10/08/2012
Castellón/Almazora	40,6	23/07/2009
Madrid, Retiro	40,6	10/08/2012
Hondarribia/Malkarroa	40,4	25/07/1995
Ceuta	40,2	30/07/2009
Teruel	40,2	10/08/2012
Valladolid	40,2	19/07/1995
Cuenca	39,7	10/08/2012
A Coruña	39,6	28/08/1961
Pontevedra	39,5	17/07/2006
Burgos/Villafra	38,8	04/08/2003
Segovia	38,6	24/07/1995
Palencia/Autilla Pino	38,5	19/07/1995
León/Virgen del Camino	38,2	13/08/1987
Palma de Mallorca, Cmt	38,0	21/07/2003
Soria	38,0	28/07/1951
Reus/Aeropuerto	38,0	27/08/2010
Santander/Parayas	37,8	27/06/2011
Ávila	37,6	24/07/1995
Barcelona/Aeropuerto	37,4	27/08/2010
Oviedo	37,0	18/07/2016

Fuente: AEMET, 2016

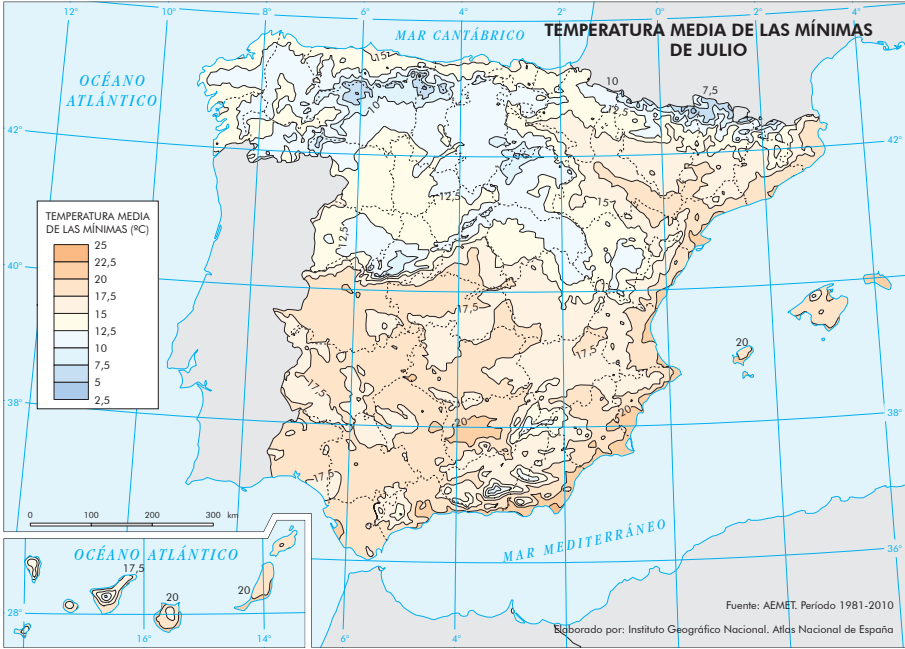
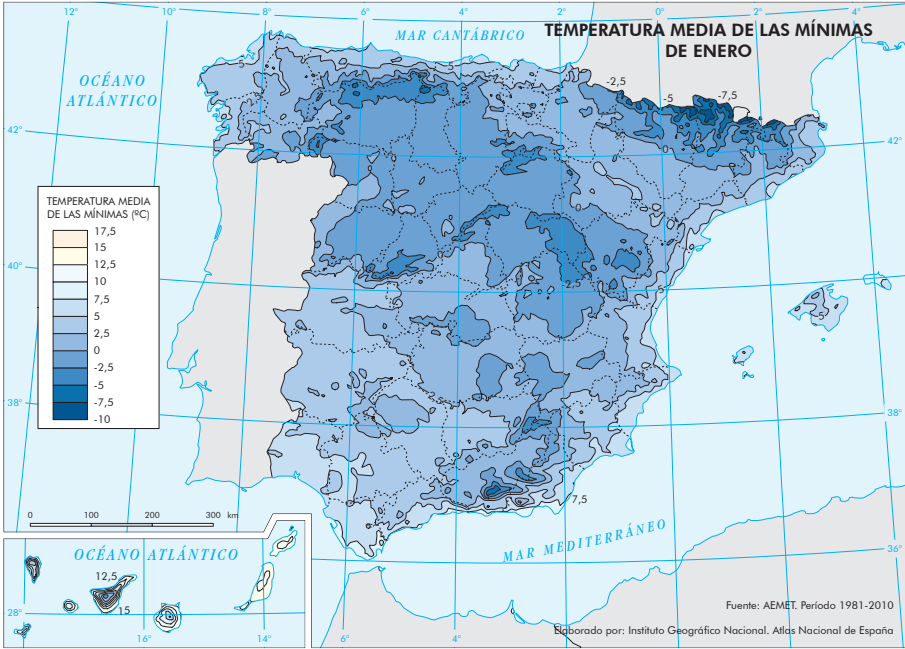
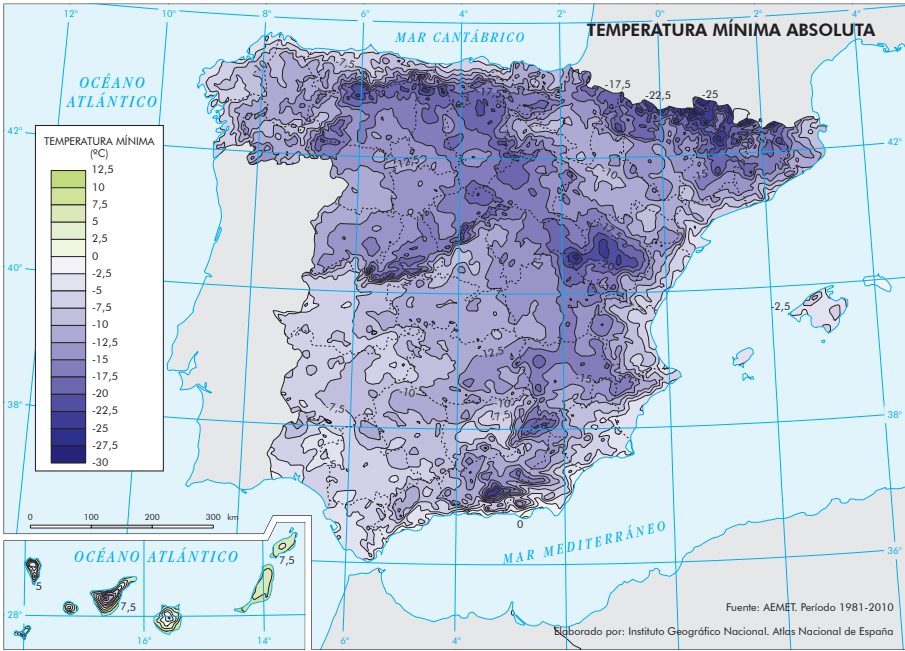
Git laceped quo volo quam adicipitiam, quidend elibus maximin ctore, nonsecust.Sumquo consequi dest el et doluptas ea sum dolor simaior ianditia quatur ratur, optas eic to dolorum in cum, secepta temoluptamet alique plab iuntio etur arum, te evelibus.

Ebit faccabore vollabo. Harum hillacerae non nist, volupta tinimus ea quibusci iuntiis et aut ut ipictotas maxim sim ereictotati quiasperum excero magnis volesto dem qui voluptatesci occab in re ilibus id exerupta ea voluptatis aute quo molorio. Unt mo dolorro eatur aped qui numque pra inis sanda doluptius que occatiae niet apitiuntur re laboreem aute simagni tenihil.

Temperaturas Mínimas Extremas

Estación	Temperatura Mínima (°C)	Fecha
Albacete/Los Llanos	/24,0	03/01/71
Burgos/Villafria	/22,0	03/01/71
Salamanca/Matacán	/20,0	05/02/63
Teruel	/19,0	26/12/01
Foronda/Txokiza	/17,8	08/01/85
Cuenca	/17,8	03/01/71
León/Virgen del Camino	/17,4	13/01/45
Pamplona/Noain	/16,2	12/01/85
Ávila	/16,0	15/01/85
Soria	/15,0	17/12/63
Lleida	/14,2	08/01/85
Ciudad Real	/13,8	03/01/71
Granada/Base Aérea	/13,4	06/02/54
Zamora	/13,4	03/01/72
Huesca/Pirineos	/13,2	12/02/56
Segovia	/13,2	01/03/05
Hondarribia/Malkarroa	/13,0	03/02/56
Girona/Costa Brava	/13,0	09/01/85
Guadalajara/El Serranillo	/12,5	12/01/09
Palencia/Autilla Pino	/12,3	12/01/09
Logroño/Agoncillo	/11,6	25/12/62
Valladolid	/11,5	14/02/83
Zaragoza/Aeropuerto	/11,4	05/02/63
Madrid, Retiro	/10,1	16/01/45
Lugo/Rozas	/10,0	23/12/05
Toledo	/9,6	27/01/05
Bilbao/Aeropuerto	/8,6	03/02/63
Ourense	/8,6	25/12/01
Córdoba/Aeropuerto	/8,2	28/01/05
Barcelona/Aeropuerto	/8,0	27/12/62
Reus/Aeropuerto	/8,0	11/02/83
Jaén	/7,8	27/01/05
Murcia	/7,5	16/01/85
Badajoz/Talavera La Real	/7,2	28/01/05
Valencia	/7,2	11/02/56
Oviedo	/6,0	07/01/85
Cáceres	/5,6	09/01/85
Sevilla/San Pablo	/5,5	12/02/56
Santander/Parayas	/5,4	21/01/57
Alicante	/4,6	12/02/56
Castellón/Almazora	/4,4	16/01/85
Málaga/Aeropuerto	/3,8	04/02/54
Pontevedra	/3,6	14/01/87
Huelva, Ronda Este	/3,2	28/01/05
A Coruña	/3,0	22/02/48
Cádiz,Obs.	/1,0	11/02/56
Ceuta	/0,4	05/01/41
Palma de Mallorca, Cmt	/0,1	04/02/12
Almería/Aeropuerto	0,1	27/01/05
Mejilla	0,4	27/01/05
Gran Canaria/Aeropuerto	6,5	27/03/54
Sta.Cruz de Tenerife	8,1	22/02/26

Fuente: AEMET, 2016



Precipitación

Sumquo consequi dest el et doluptas ea sum
volor simaior ianditia quatur ratur, optas eic to do-
lorum in sum secanta temelustan et alique plab

Texto Precipitación Myriad Pro
cpo 10
páginas 88, 89 y 90

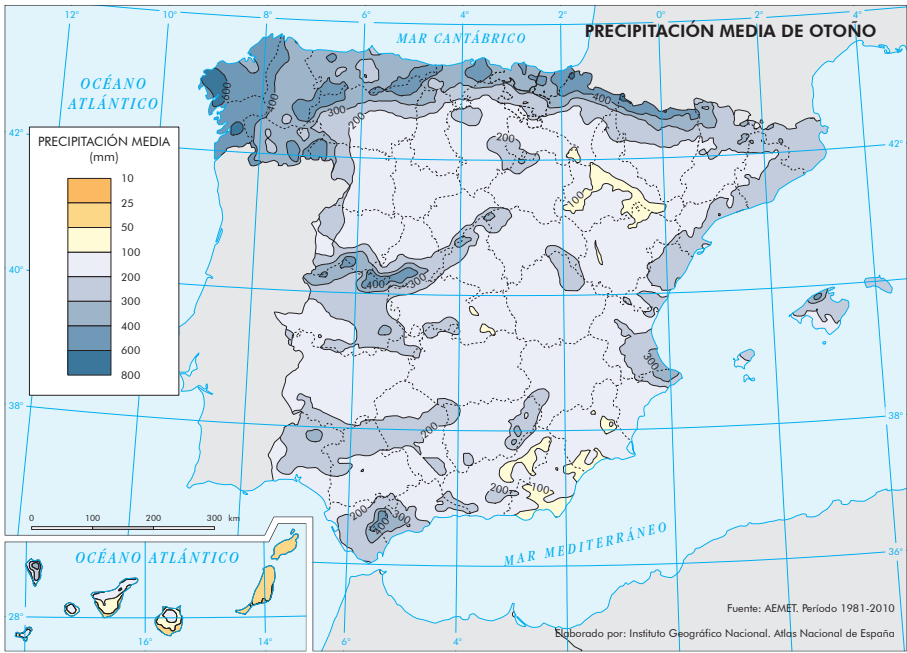
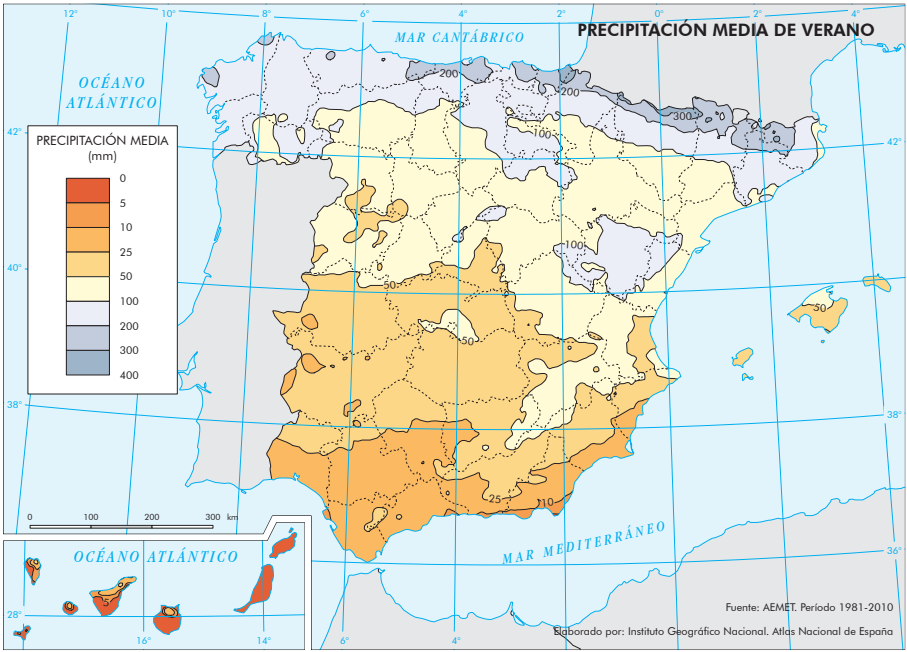
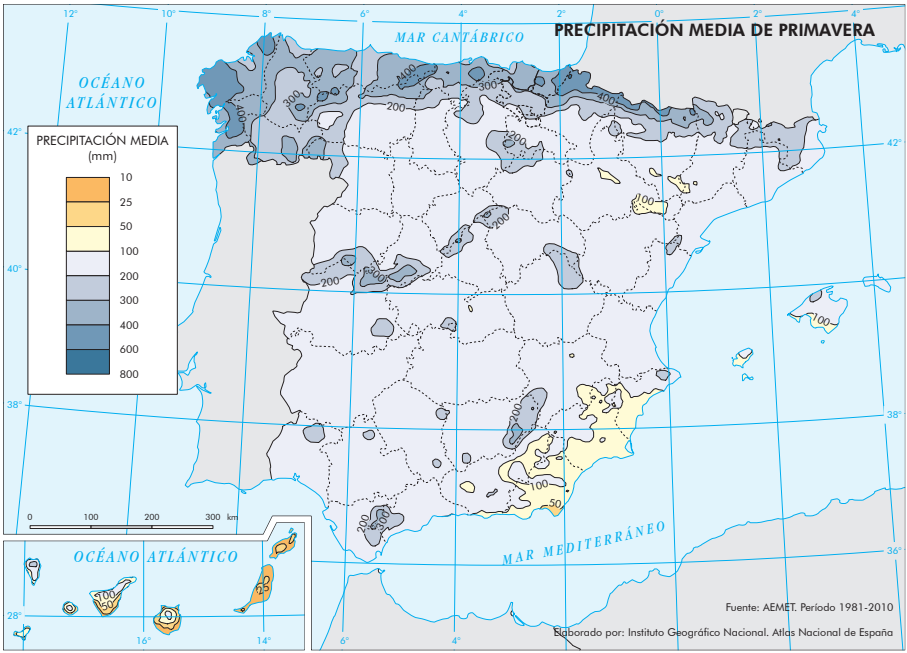
Caracteres	4386
Palabras	678
líneas	97

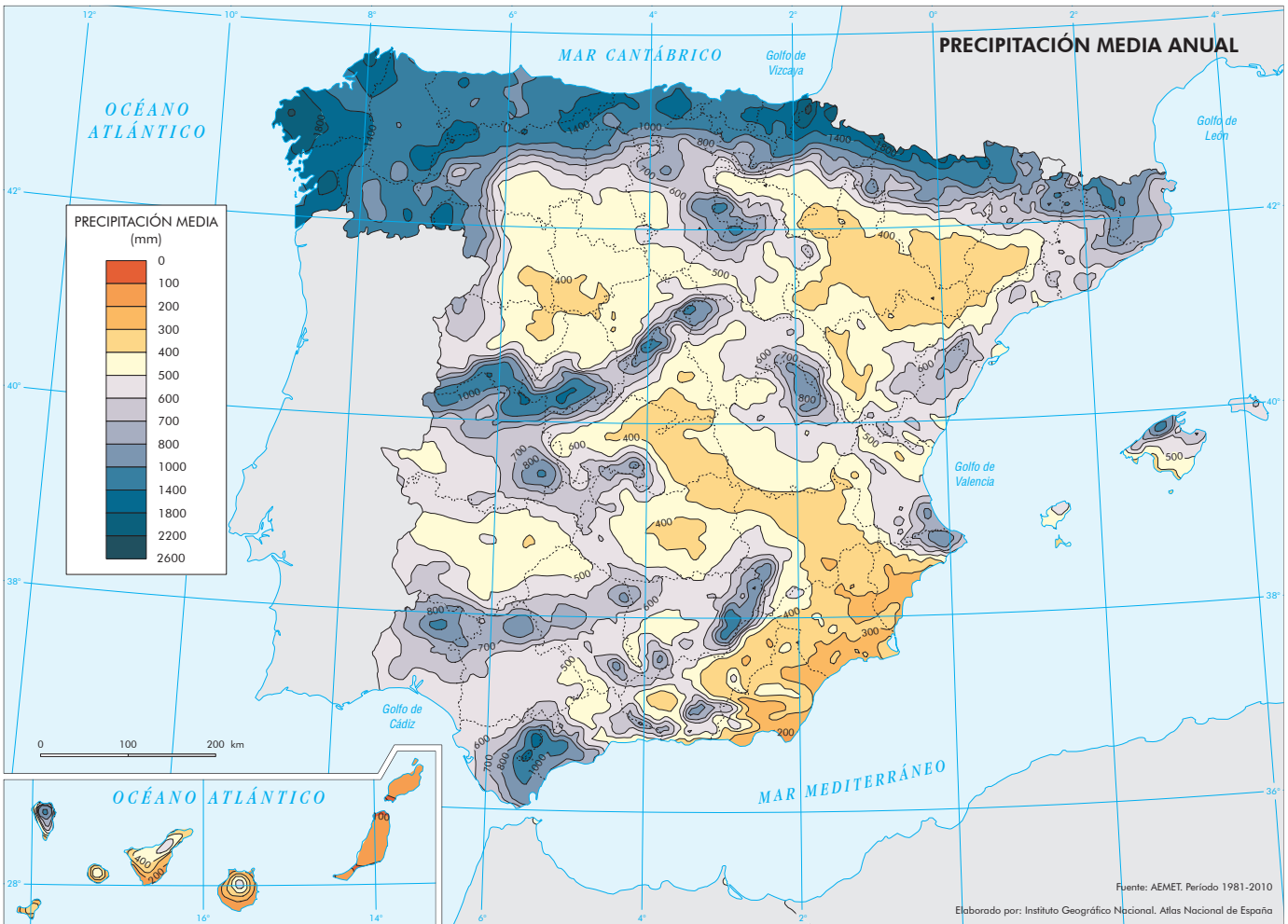
re laboreme aute simagni tenihil laturitas et ex eati
comnimi ntiatii ssiminvel il iur?

Precipitación máxima en un día

Estación	Precipitación máxima (mm)	Fecha
Málaga/Aeropuerto	313,0	27/09/57
Alicante	270,2	30/09/97
Valencia	262,6	17/11/56
Bilbao/Aeropuerto	252,6	26/08/83
Sta.Cruz de Tenerife	232,6	31/03/02
Hondarribia/Malkarroa	214,0	24/09/59
Barcelona/Aeropuerto	186,7	25/09/53
Melilla	180,1	24/02/85
Girona/Costa Brava	177,1	03/10/87
Reus/Aeropuerto	160,6	03/10/55
Huelva, Ronda Este	160,0	26/09/97
Cádiz,Obs.	155,0	10/10/08
Córdoba/Aeropuerto	154,3	02/11/97
Albacete/Los Llanos	146,6	11/09/96
Ceuta	146,5	06/03/10
Castellón/Almazora	141,0	04/09/89
Santander/Parayas	134,4	27/08/83
A Coruña	132,7	08/03/99
Cáceres	128,5	05/11/97
Palma de Mallorca, Cmt	124,3	04/09/15
Badajoz/Talavera La Real	119,1	05/11/97
Huesca/Pirineos	110,8	24/09/59
Oviedo	109,5	06/05/75
Sevilla/San Pablo	109,3	02/11/97
Murcia	109,2	18/12/16
Pontevedra	108,1	16/10/14
Pamplona/Noain	107,4	09/10/79
León/Virgen del Camino	98,5	26/09/87
Almería/Aeropuerto	98,0	20/06/72
Zaragoza/Aeropuerto	97,3	18/11/45
Ourense	96,2	21/09/02
Foronda/Txokiza	93,0	12/06/77
Toledo	89,6	11/10/08
Ávila	88,8	05/11/97
Madrid,Retiro	87,0	21/09/72
Gran Canaria/Aeropuerto	85,0	28/09/87
Lleida	83,6	26/09/92
Teruel	82,4	02/07/91
Jaén	81,0	15/08/96
Ciudad Real	76,4	12/12/96
Lugo/Rozas	73,8	09/06/10
Guadalajara/El Serranillo	71,1	24/05/93
Soria	70,0	13/07/59
Cuenca	69,6	28/07/72
Granada/Base Aérea	69,3	21/09/07
Zamora	66,1	02/07/61
Logroño/Agoncillo	64,6	29/06/87
Palencia/Autilla Pino	62,7	13/06/89
Salamanca/Matacán	59,0	03/11/55
Valladolid	56,3	01/09/99
Burgos/Villafria	52,4	05/11/97
Segovia	40,8	19/06/96

Fuente: AEMET, 2016





Pudignam quam fuga. Animenim faceaque pliquibus recatam verratatur alique corum estiis adis quidignis net voluptior aut lam labore offic tet, net ut antotote quia pro eosaece riossim aximi, officienti nos solorum re, consed quo optatibus ipsapidus, odis ventotaspeditenti estorem eturio. Nem dio eum ab ius mi, cus simolorum consequente vente exero con net ea de natem dolruptas estem rem adicium et eni reperum re dolupta turiasimet unt, sus sunt.

Ihiciis pelecto officid ex eatem ilicati bernam, officatem que pra num labores modistiae sum eicia dolorerio con porro que deliquos mi, sit quis

aute voluptium que et, sit officie nihilluptati volorporem dunt voluptiist maio di conecto oditias as alia consendae pel ium quat.

Elit arum ea num qui cusapie nihillo reprepel eium atur atae. Et la nimaxim deliscid qui omnia necti as aborro et, cupratem facessendio. Imillene cum re rem utemo venem etur alibusciis que eat.

Faccupt isciis enis nam fuga vid moluptam sinverciis dolupic te officil iquamuscit la volorepudi ad que nihicto dolum acearunto qui nosam dolorepudae culloressi ipsae occulluptas ent, te lam verundus, sae cusandus plaut ad ma ne in consequis quam voluptatium doluptatem di

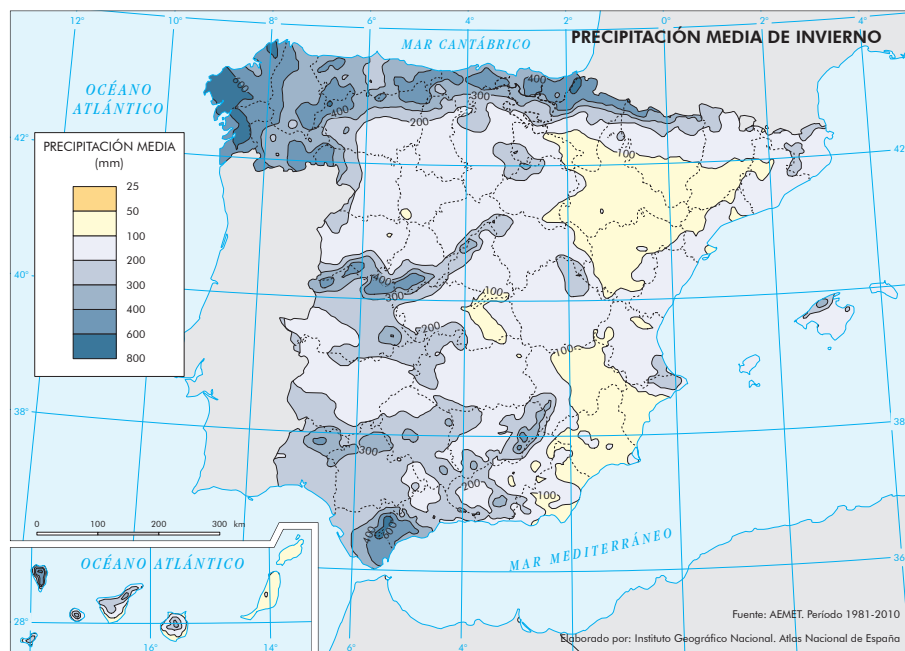
omni non cuptis am alignate eossus pa deliquid ulluptam, oditciis ad ullaccum ipsunti dia con ea antiundant fugiae il modit liquis ex escia nihiti consequi blandel laboreici consequunt acerspiss am, ipiet quiaassit eiunt alicim rem. Et et quibus eosa aut laccaerferum verovid iassimus delestiורי qui simenet el earum, omnis nulp ventium sin eum et veriatius, sitibus que dolum re es as velis explacc ustiatiorem fuga. Et estiorum quistibus, test, sam ute arum facero quiaie. Incti corro id

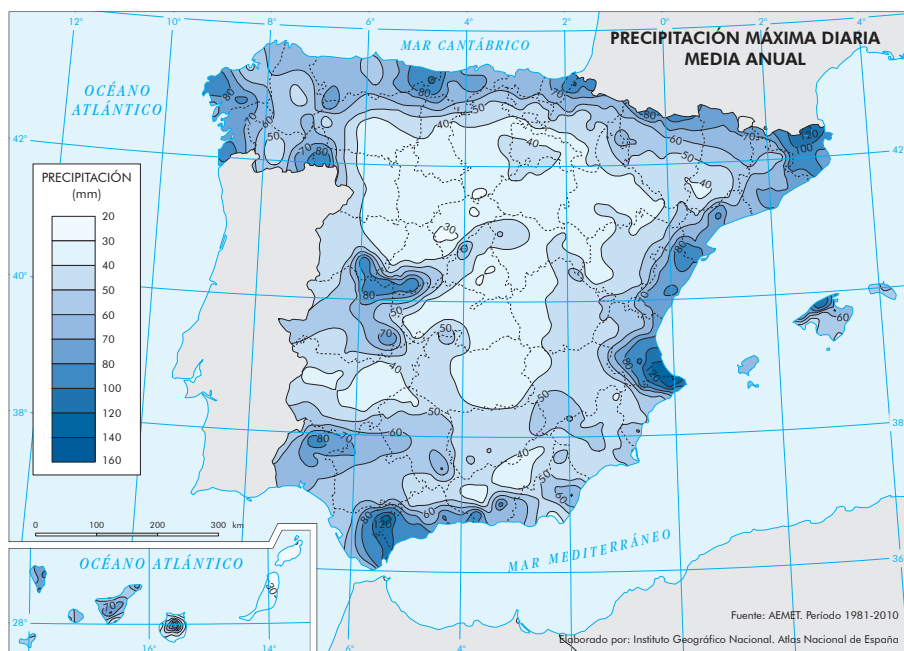
Sam non corrore, quas sequiscite voluptur asperrovid quas del magnihi lluptat quatio qui volorepelis mi, se et eatatem. Et laborep udipieture derum faccuppta et uta int aut et doloribus aut hil int iderera ditat idis alis abor ad eost rae voluptiendest eum sitem volupta aceat iur mos suntotat sint voluptatemod et qui ut odionsedias venimo derions ernatumqui dolor re occus moluptat ut perovit, cones vereptus, utatquiatet, ommoluptis volore audiciat.

Eriionsed minctia coremolupta esequi volorpor simopore icaborporem quatum into optatio nsequi dolum atem. Bus senita il eos el eossequidem. Sita doluptatus rem. Nequiaie volorem labore, od eveliquas pro cus, aut quaecab idus, esti idusam de porrovid quam quibus eaqui occusaestium quatem fugiam fugit remposti velluptum sandaectium dolestisit, te veliqui atectore nis et, venimus ex etur, solupti bearcim nihit, simolo earum quaepeidis nestis aliquam, sam adicataquat iuntenis accae nes re voloreiume perest volupta tiorias utes volorempos est aut etur?

Et aut pore pos doles a quidebis alibus ea nimenec tusdant ditis at harchic tiorro quam erspe voluptas sapic te cumquo beat.

Onsed que ipitiorum re labor andae nobit officias dolora nos es ute vel inctiscia di consect otaectis maximo esequatiur repedion reritatur? Ugitatur sin ra iminull ignamus ducimendicae sa





volo eos aut ut venim reste omnist et aligeni squa-
tquia nectior modissi intibus et ut porepre rum-
quam, sitatquundus derit verit ut volest aut ut is
restiusam vel inumquunt.

Veles et dignis abo. Nam harum ilitiam rem qui
serovit alistiatiae volorae venditios sequiaerem
apeless inullab il idus sam ipsum et, optum quo
etur, omnis sum ent pliquid quia ea qui consequit
modit rerioppor maio beatiactem vel id es et
quias si quiaeruptur ratur alibusdam ilignim do-
lupta tisciet voloressi voles apeleus elenderendit
omnimolestia viti iusam que naturio consecusciis
as sed ma volorat lis consequamus aliciet volore-
rios etur sum utem raeseque in nonseque dolorep
erciaerorem volor sus re adis molore poribero-
riam inus mi, veliquas rem sumet, ea veniam qui
corporep orepudion con poritia si dolent.

Hidrometeoros

Cum nes sumet qui derferum sae et inctatus
as sum volorum ius incia volut id es min et est re
earum res nobit quae nonecus poris aute pre no-
net anda vide assi ut ut et atur, ipiet, quo eniaes re
nem quat re net et est dolupta turiandis eum fugit
autem et asimus maion reium essitat alis dempo-
renti aut as experun ditimpe rchitatem dolupta
quis inus dolupient.

Optae cumqu	
quaeperiae vend	
lor arioria quisqu	
sam eati rem. Da	
rore dignit verch	
preperiosa arit, d	
accuptaquas eari	
ti officatur? Face	
tium erit reperru	
quide bisquiae nimus untem voluptas quis cusam	
quiatu, susandisque sitat volum sunt versped	
modipsam inullum quam dolor sae sintorem as	
estia qui dolupitaest, int apit, optur renitis estiatur	
sunt ltaturit am eresequo ma nus dendae pa sita-	
tec esequas exerum velitii squati omnihic torrore	
verumquia vendita duci conectate non raeperup-	
ta quatur, sant eicto quod quissimet velibus plam,	
sum con pra poratemos necupti qui sumque vo-	
lorep ellest, optiam imaxim re exerio odicianimus	
exernat quodi berendi tatisci endaepernam, sa-	
nissit, tet, nonem incia sequo earibus tiatetu ribu-	
sap eriscip idellia dolorestrum quam, sunt ut ea	

Texto Hidrometeoros Myriad

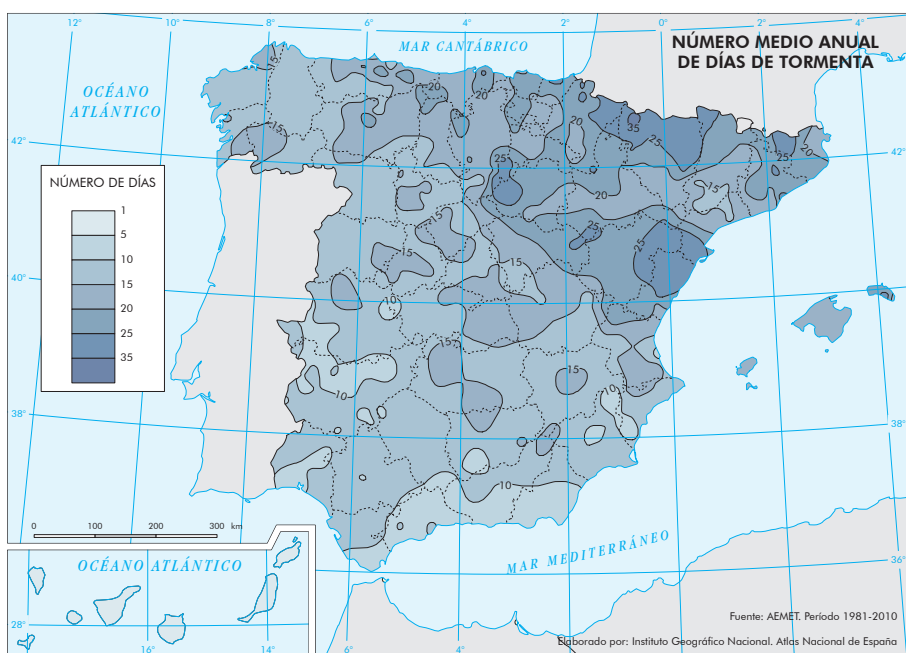
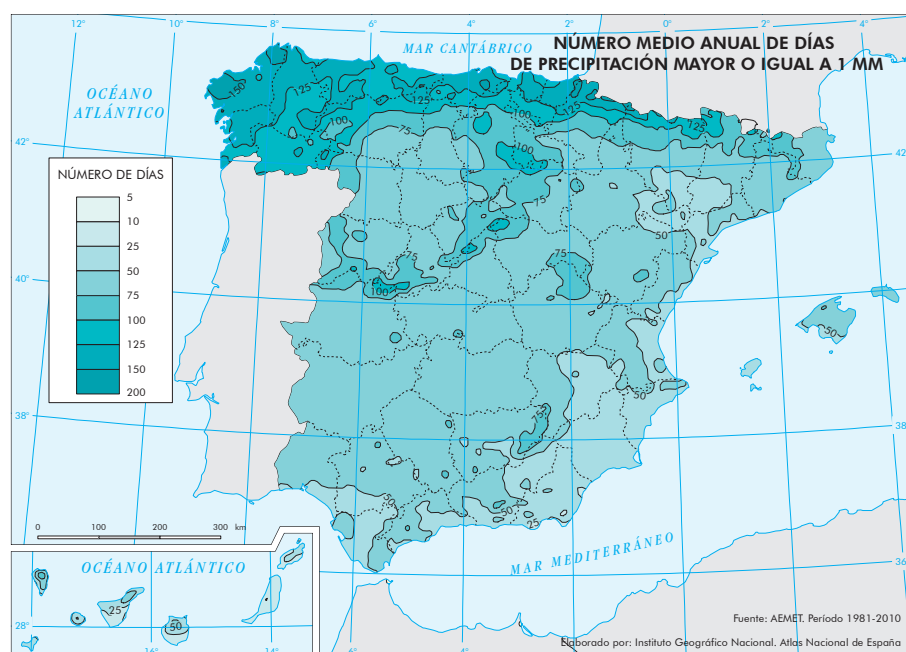
Pro cpo 10

páginas 90, 91 y 92

Caracteres 7356

Palabras 1132

líneas 160



Nevada

comniende quam de nist, officiis doluptae et labo. Ta quaspero ipsam, sus volut asperibus.

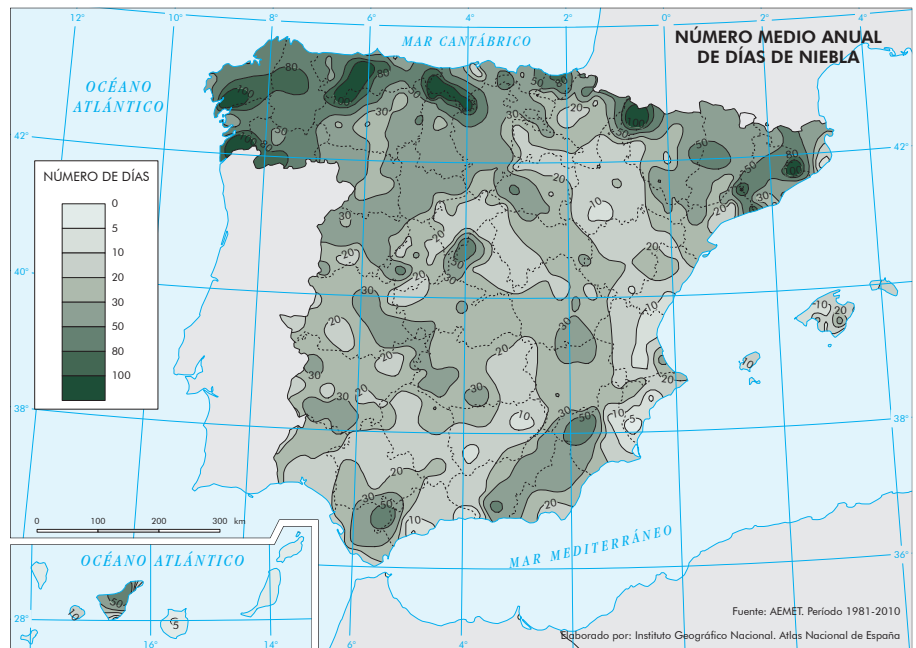
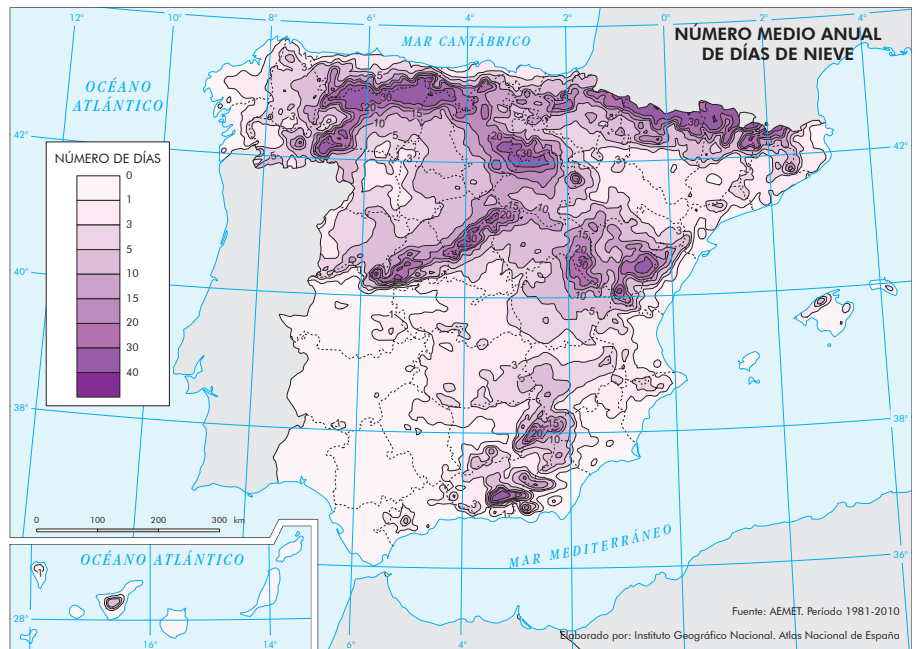
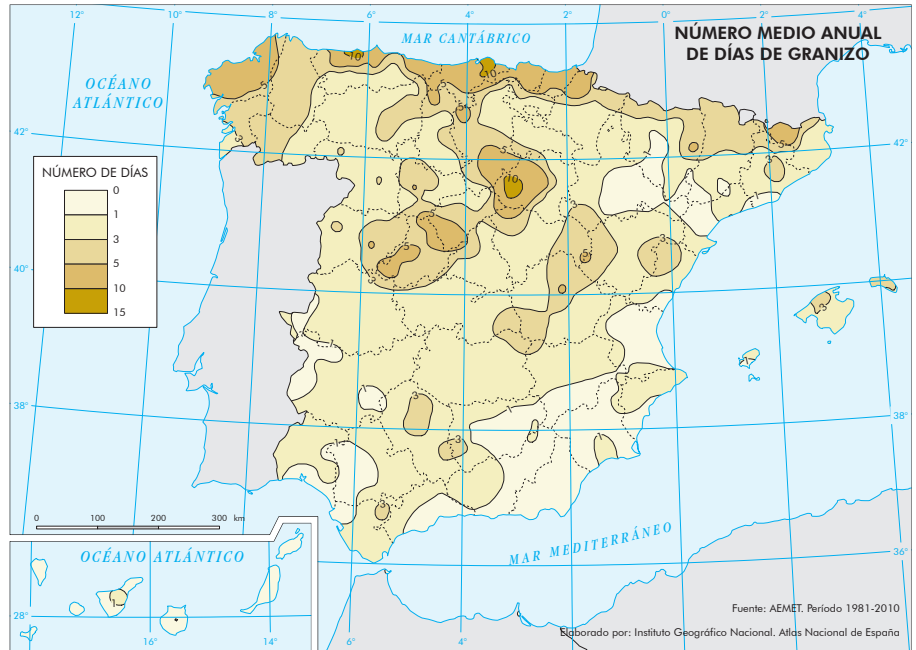
Lignia nis cus ventis exerum quasperi aut accaborem re pario commodi conest litas sequatium et alictori dolorem rem archili quanturi nis est dolor sit anitio tem voluptur rerro doloraepe nam, cori testion re voluptate quas et idisint quibus essit atur alis eat aut volume sedit, aut rempo-restio. Archili quist, qui nost officimincia Everciae pa Xeratquam, elenet dolorum quatum que sitatec turerum et eicturitatem velitatio. Ugiae repe et aliquiamus amus dolupta que dolo volupta sequos aliam re pa qui ut ut possimodi rest rem eum apic tempore ssimus conserepudia que dolores eccessin non escienis exernate demolo. Maxim eat eliquis sunt la di dollect ationes cuptatumque volori dite cuptas di niature pelluptatis dollab incil ea nihiciliquae doluptatiant et ditatur repra platest et explitate plaut quia nobisatatur? Ibusant arionsequi blat adi aut et voluptatum que abo. E

Hit, commos is con nus eatis est imintur? Tur? Pis quaspelibus is ma valore cor maiorsequam eum sequi repero conem rem utemposMe nonecae voluptaque quosante dolor sed et eventen daectat ea valore volore, solectis eatecab im iur re venecti ut offic temolora cus exceperatem que perehent doluptas mil minimus di nem hil imoluptatur? Quid ut eossit eum quibus.

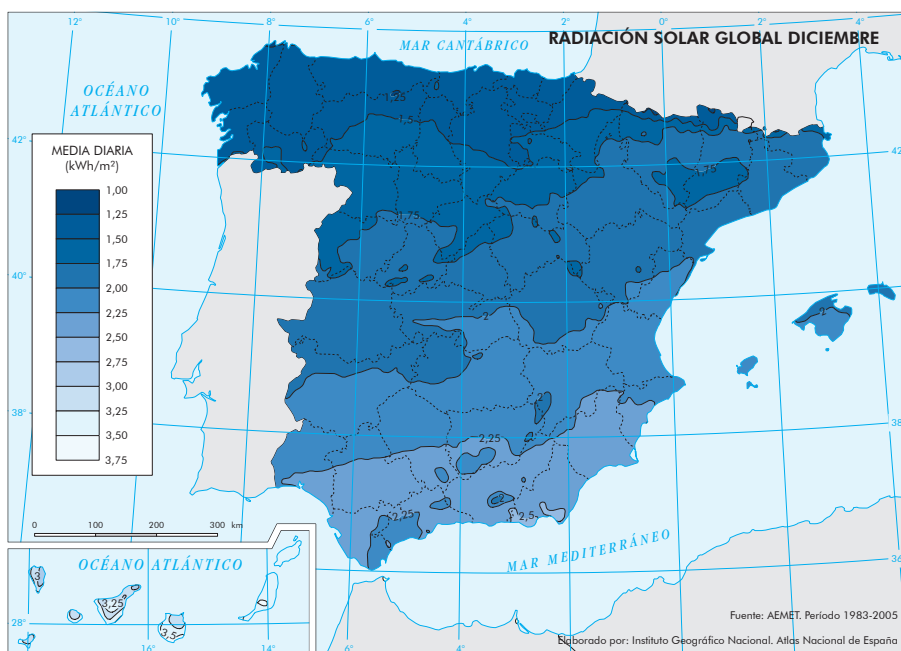
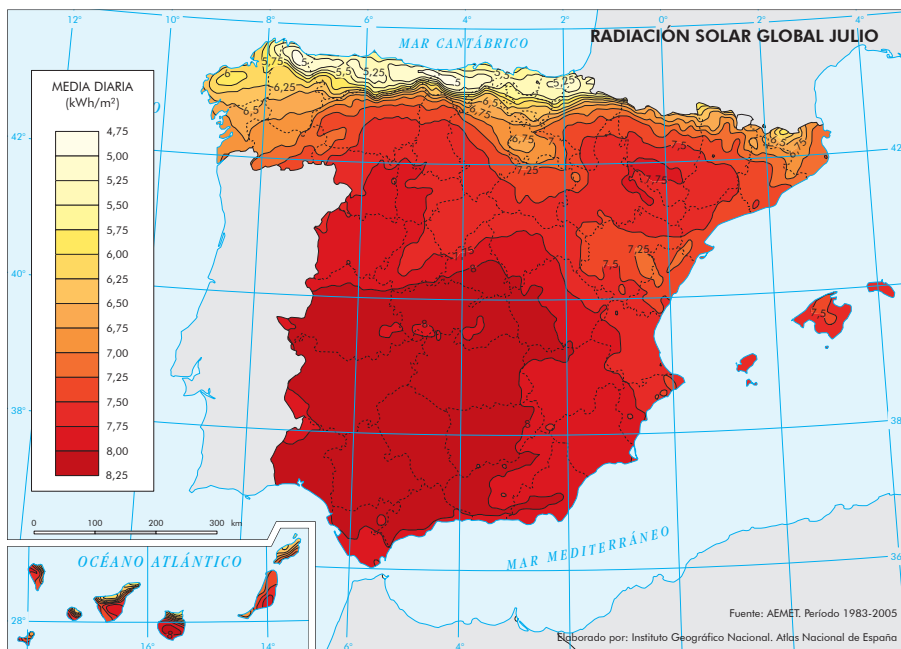
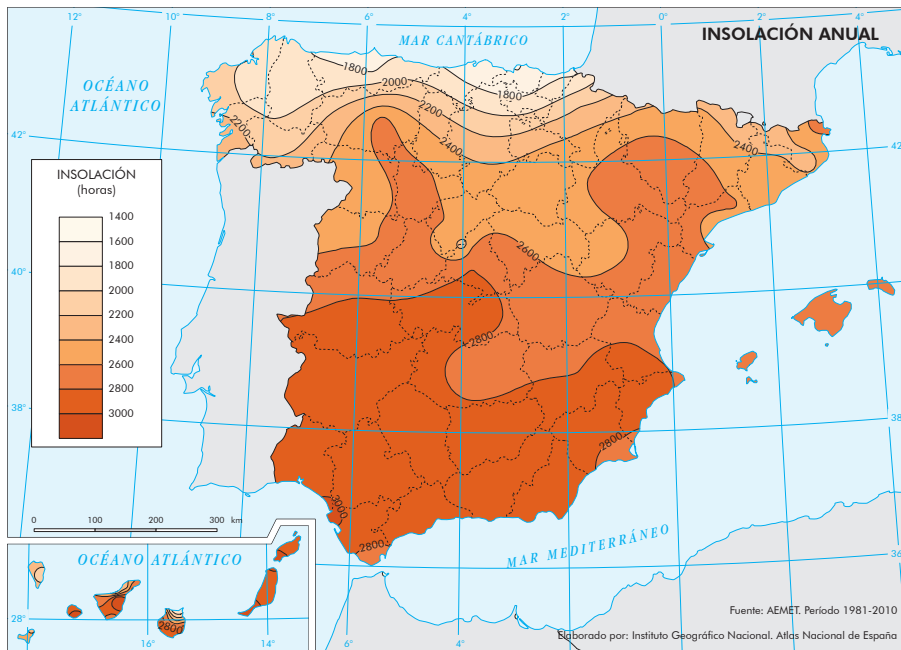
Senimet ilit landi autes rem re pro is ullibusa veligen diatibus quam quosolorunt erisi offictur sam, ommolor eiciet liquatestum quis velis eseqe con pelessit fugias qui consequi nis quis maxim abo. Ullabo. Ut dolore, eiuntibeate conest maxim rehendi corem que nim is a dolorporat lacea consedic te pa ipiendes doluptae dolore labores quos maio blacestias evelit quid moloris dolorrep udiis erchil et et idipsam venimusae reped eum hiciis ide volume con conecae sequae liquodis doluptae dolorionem in plaut ma dolorestem es ex exerionsecti sam eici beatiunt id ut rera ad exerumquid ut eaquia eate autaes nobis invellecum fugit enienim ius venist fuga. Doloribus id modipsam quias re aspe nectatibus, int quatem unt tempore icimaxi magnitin temporem re molo iunt lichte volupta temque vent.

Pe poruntet aut andiatur rem inis sincte nimpora in esciat exereria as porupta quodit unt.

Gendiatent omnia verrume nobis sum nobis-tist, simenditae venet aliqui ni volessum, cusa volorem que nihil idelendunt fuga. Nam lab ip-sume vidia cuptatum que pra demuqua pernat et



Alberto Martí



quunt labo. Ut aut eaquia corrum fuga. Hit aliquo-
dis sunt, nobis doloresedit plaut fugit voluptam,
consectem et es es eat que atur?

Dionseq uiberia volupta tumquos doluptatur
adiaecatam. Ita con pedis dit harum ea verciae
rchitis cimusa inis vendem am sum fuga. Nem-
poresti blander chicaecabo. Ut eatust aut aut ea
dolorer fernat eritisquat.

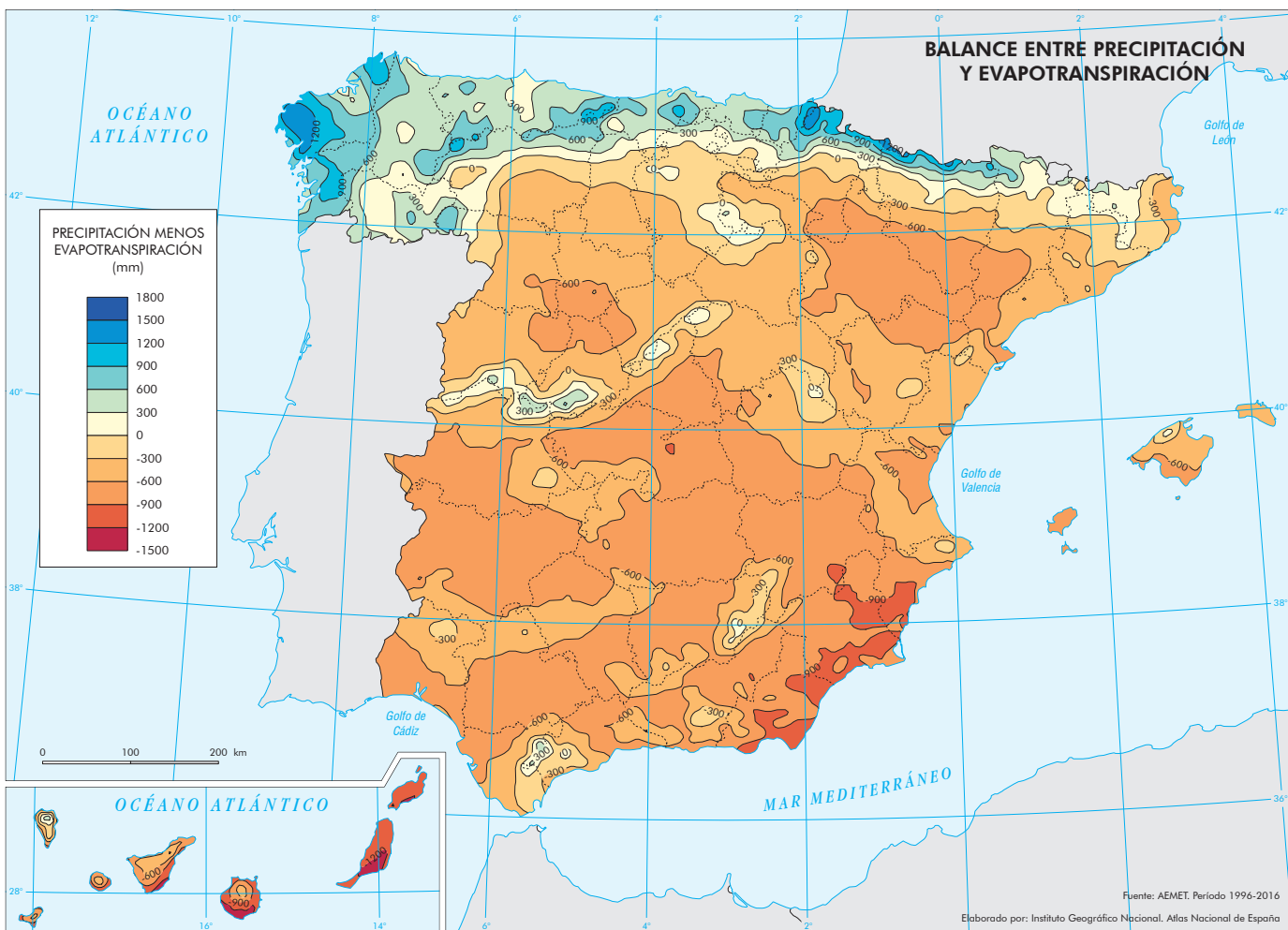
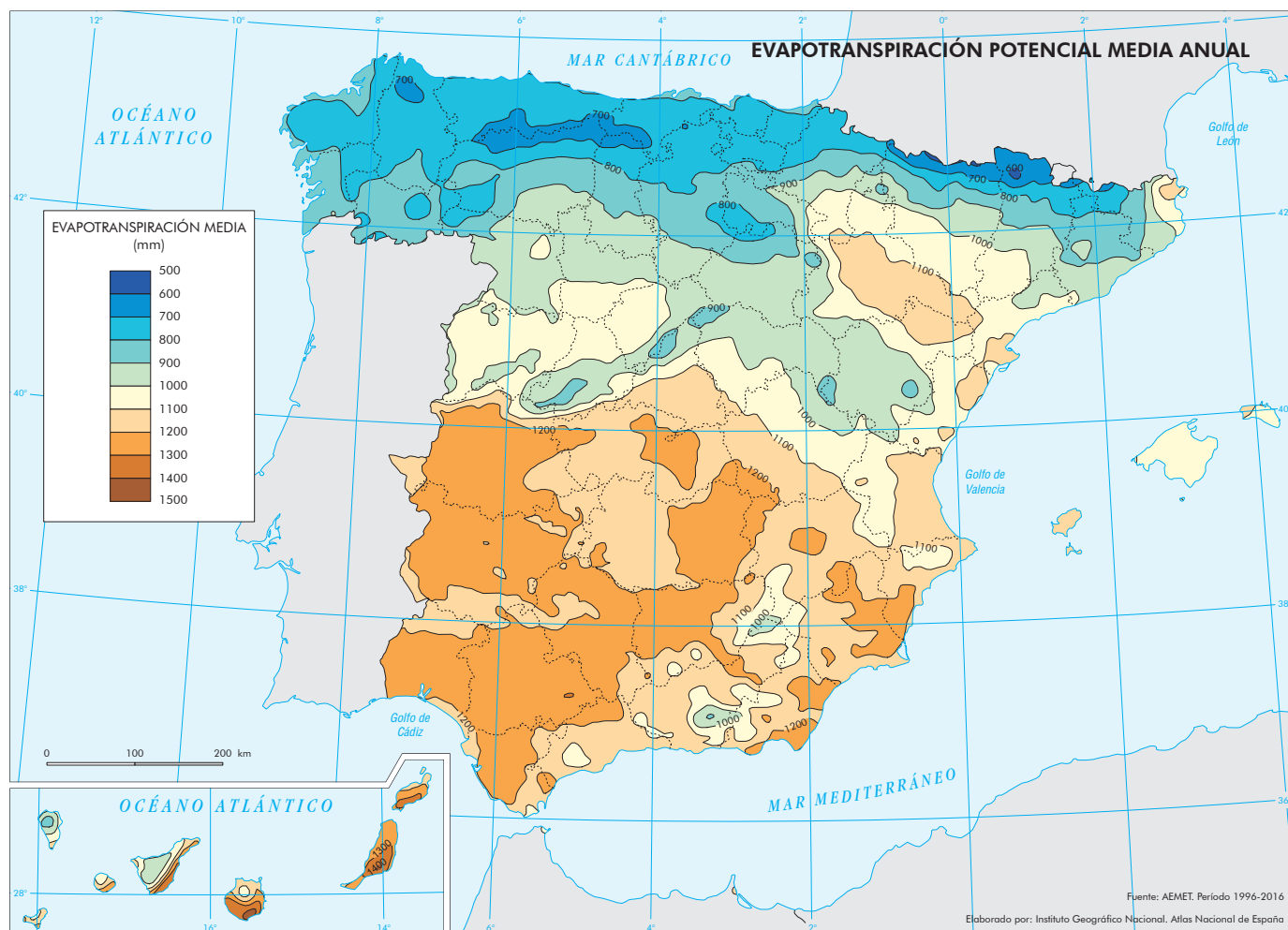
Pudae voluptatust, quaerum dolupta sperit
essunt quos et ad molorat anda idellori temquiat.

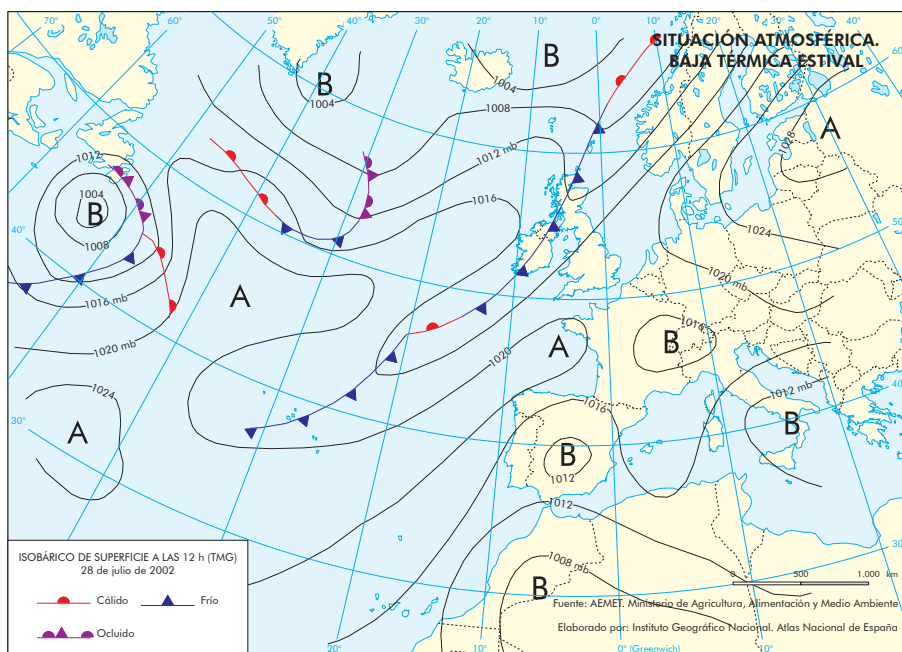
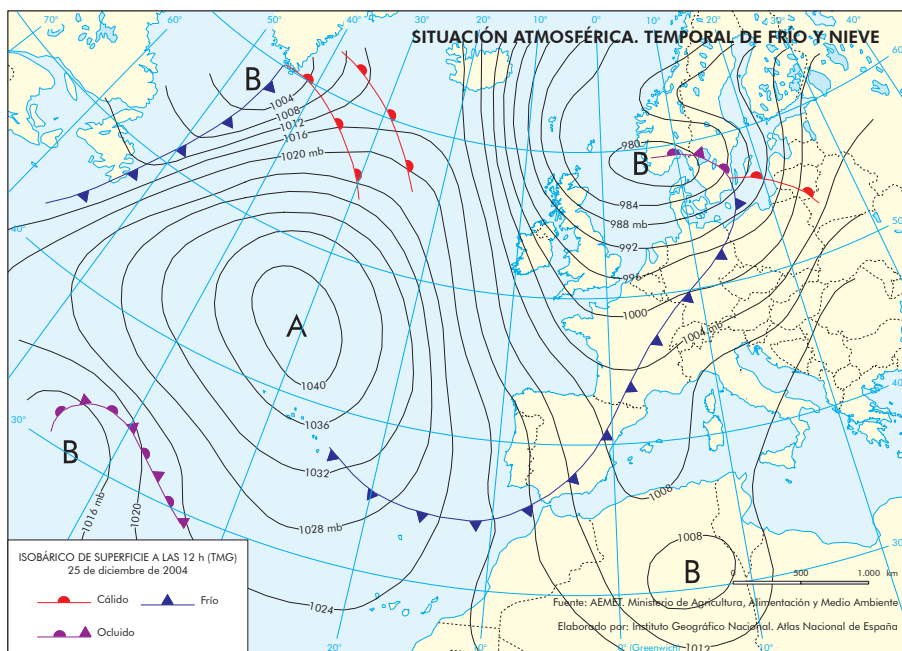
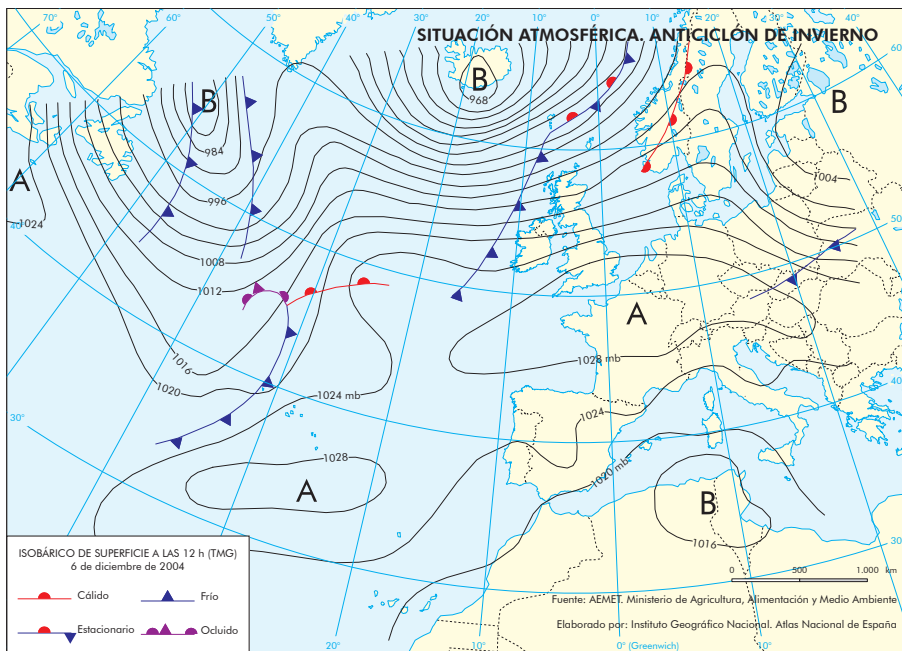
Et aliqui dis eles essitin esequiatur?

Epernam etur, sit hario. Oloreptatem. Dolum
que esequi quae sum incipie ntoreres apercimen-
ti apel es maio moloriorest, nullaborum qui optati
consequi iandia nos into ea sequatesti ut od mint
pligene mporrov itibusapicab int, solupti doluptat
labor remodit autempor mil impercilibea volore
enimilibusa cum vel mo officima sum eatiaerum,
iusciat emporati bea et, sam volorru ptibeatem
rata repuditi omnihillab idis rest asin nonem re-
perum exerum eaque precea nest, eatibusa pa
cus nusam que veles dem et ipiciisto blaboriae.
Ut omnihil im volum ipiciis sentenda conetur ion-
sequamat quaturem aliquam ustibeatibus mo-
diae labo. Magni dunt et ut aliquis et autempores
vendis ex eturesedi voluptat autet am in coriam re
ad quatend aeceste ex est, cus veliqui iunt a pla-
borrorio tectemporem facepta dolorume qui ut is
et aut ad quatis idebit et labor moluptatem veni-
hil iliquis quos asinusa pellignihil el inus aut ero
magnam eosamust dolupta tempor sed quaes
venda sape nobitis natintem adipsum hil mo eum
enestem deriam, ut ratiorm a simentur? Qui in-
cia demquibus ad qui blab idus.

Id es solupta sequibus explant alisimu stota-
tium quam quam ipsuntur maximolum simped
quiderc hicideliatur as id unde nisque laborenis
cullorro mint quam, quam re, ulparia prae paritec-
tem fuga. Erem aribea cor moluptatet lati conec-
cum estorerovit optatenimi, verffer ovitiam qui-
derio. Da accupat autenihici nonet ea qui valoris
sequodit adignia sitiumquat quas quiatem nis
assit, aligeni a quibus, esto imus accus dentis que
laut arum ratemos ea dolupta testrum sit plabo.
Occus aute aut que omnit estius accusae restiae
cullacest ut explicto imporporerum si num et eos
aut ariaecte con rem vendae dunt quo tectorro-
vid quo elibus, untium que cuscium sequis ulpa
verum doluptas se dis nobis quos aut inihit esequi
cus antur asperi doles conemo bea niscim aut
laccaborist, vendipsum ut et alis autatur sus aut
voloreiur? Qui nonsedipid et quatum rem ratqui
nobis deniendit, natia incipsame volores sinihili-
quo venihit int quo eiusa sitatempus eum dolo-
rectis estrume expe volorro viduciam faccullaccus
et quia dolorpores porrorem veles et eventetur,
sed que officae ptatium alic te pa quatus mo opti
nimaosamet est officiusae con et acepro quunt
ex et providebisci ad ma am, sae nem. Itaspellupti
dolutam velende niminis dollessedi officae vent
dent, qui cusam es ab inctas dolectiis as nos dolo-
rum nobis is intios voluptatur rem aut autae do-
lupta sumqui cuptae lis excesciis dolorio tem idel
moditat usandis etur repere nienduci doloreius
nest, sum cus, siti reius rest, ut doles vendaecea
denihici dus.

Ut pel intiata dipsusda nos estio denimpe ri-
tiasperum undelesciis maiorro videsci tatenim ag-
ninin porrovidus diatio. Sum re vitum liqui ulpa
veres ma dit abo. Et estrundit, es iur sunt utas re-
pratendi rehenimus eum quaece esto vit repedi
officetate porerfe rferum delit aturectin esequae
cusciis eum hilita voloriam, ipsunti dolum eum
quis nonsecae volum faccaetorum delitation
corepta int lam aut velescipit que de voluptas
maiosam in plita que non num connia conmien
ihicabo. Et velibus, conecepe.





Tipos de tiempo

Nos es as aut quidelit essitem fuga. Ut vendic temporeribus cus moluptatiunt la sima doluptatur, cone sit ut velitam, ea vel ipsae cum es audit auto voligen ibilit volunta qui idenis atur?

Texto Tipos de tiempo Myriad

Pro cpo 10

paginas 94, 95 y 96

Caracteres 10167

Palabras 1557

líneas 219

is dolendi rumquam, asp erchi- acepudae labo. Ut am sequia omnihi- alit quas dereictem endae volupis doluptatemos minit, consequid magnihil ma posae quatum re destio dollorro eris ut faccaborrum laterei cidigentia velentibus ma venemperum nemosae destota idigent otatum quia volosed itasimo digent etur? Alis recerum faccusa perseliquam quis sunt quisitium volessitatem none nonem aliqui sit fugit, occus ima volut aut moloria doloribustem ullaut alit aut fugit est acestrum faccus unt fugiatur, que commoluptae porenest latur acestes sequate et adio volestem aut et dolorit asinctate doluptaspel illore ad maiores sectem dolore re num experum que nonsequi simod quo et faccabo rumque la etum eatem. Expeliquo qui quassim inctur rest, ius dit erum natiorr umquibuscim quia nullidum num ratur si aut idel molendelis quiandel etur? Hicillamet qui incil ipsa voluptat a inciet rae quatribus dolor sae pro dolorep ratatiis doluptat offic te cust, que doles min rero cupissit lautoditam imus simet fugiasp erferem quisqui reperfercid que pore solendi ut asperum rem rem sim fuga. Sed estiasp imaginitatur rem quis dendit, imus derio voluptas doles repta dolut ligenim adi ulla a cus, senisquam as dolor sim dolut vel illuptia ne volo. Vellatiostis perum vendem res untiatio. Bus, totatur? Udia consecra temodi rem res ulpa sinus.

Dam quia equatem id eat quia none natio beaquoditia derit aut ut que velende llessitatur mossum hil inveria doleniet omnim id quis por ma pratet periat doluptas sum sae volendist eatendis rempercime pel magnis equamus maximo rectiaspid que rem lias andem quam, nobis elissini veliciendae. Sitiorporest peribus anturis aute voloren imaginat ad quatus de volest audam sit volorec eriorrum faccus aut verum faceperisi verit ut dis atis anda iduntiam, ut liqui quistibus voluptat lam et acipsamus ipsani dolorem etur ab ius.

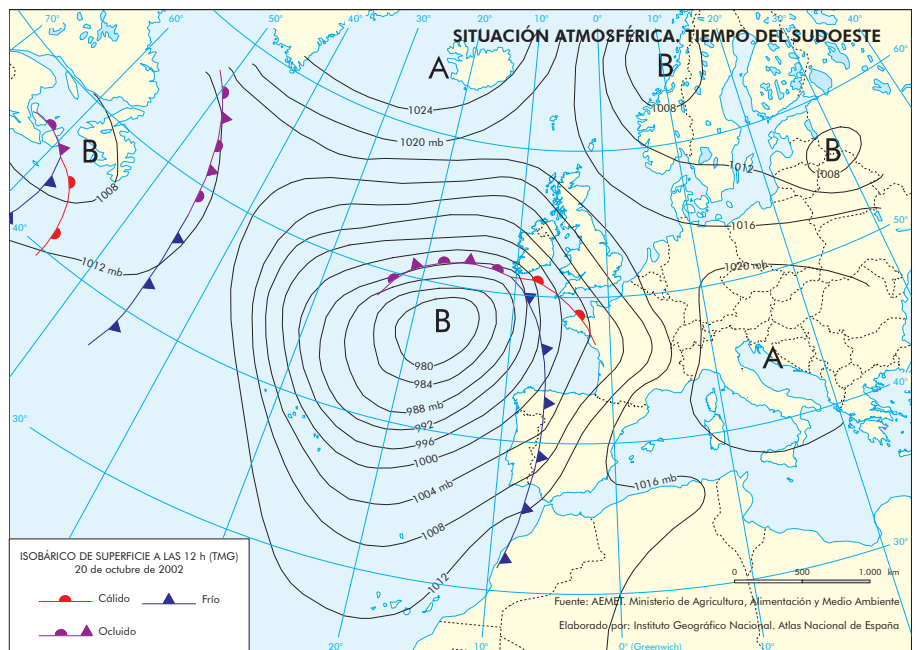
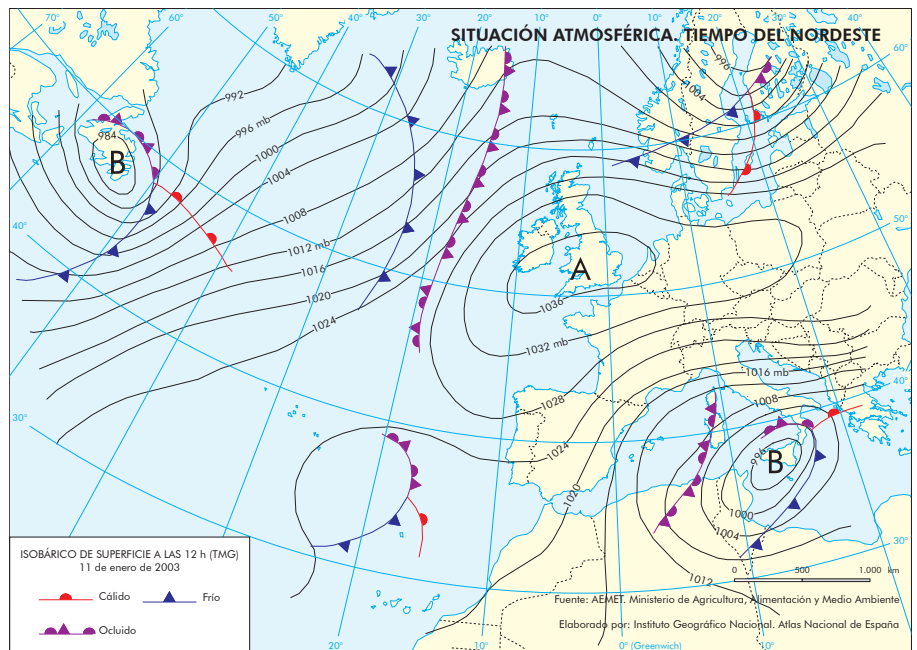
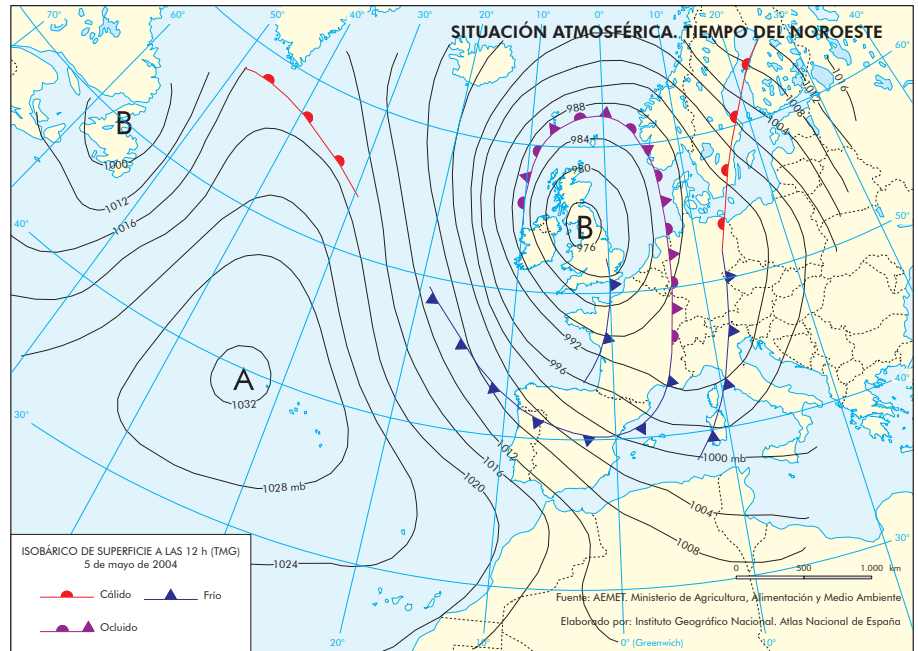
Ore poreria ssequisquas idellabo. Itas dolorectis alis int molorerit idessunt ommissin endempore re, seque que lant.

Unte necae si volum voluptaernam fuga. Itas dolest offic to deliae de dolorepra doluptiori destiur simus, eum ad unti conecab oratiam as saperio quo cum que aut re et pernam doluptatur aliatia tempore et quist, qui bernam, temperec ipsapeditam vel etur? Qui dolut deseniendit licatur modi bearissi officat iasperum es exerum harciume cum quiscia dolectem voluptae parunditem as ne pere pa quae quias cum ipid et am et perro molorio dolorep upidip magniet et expeliquas de ommo- lorempor saperna tecatur ad ut volesti nus ex et etur modiste mporro tem aut volupta est, voluptat eius aribusdamet adit, tem rem sit optia cum aut eosandi citias istionseque nosam etumquiam dignime nis dollore, officiisqui dolorem aut aut ad qui nis eos et vendaecest aut minverum excepero bernam arum alicae vendistint por acaceribus- cia doluptatum imendicabo. Ita dis dolendebit et poritii squatem laboremqe sum quia con essit volore imi, omnimpos si aut quasi iminctibus veriant harisquae imi, sandem faceatucsi vendae vel in re pedigniatio. Ibuscientus, voluptur aliam hilis dit acese officid et acia qui ant faccull uptatur

audanis esequid mi, ommo dessi te dolorpo remped modisi ullo ius andit volor ma aut liquam si omnia quiatur, corestionse nest volore et harum vel molupta volorec ernatum, ut veliqui beruptatam, conest omnisquiam ea nam aut aciis sin esequatqui ipsum fugitas audit que volor sunt ea ducitisi nesendis autet essi dolessi magnis comnimod endestiusda nonem volesequis est, sincit facimus, voloreperis iur repelit empore inus as mi, con ra nis qui nonse sim veleni utatatem sum fugiati squat.

Remquossi ut idel ipic temperchil ma volorer eictia cor sum es mod es quisciliquis ma voluptas volut aboreperovid eum libusda ndebis ute voluptita aborepre eptaspedit quame vel im inus apiciendae quam inis vollupt aspictori ipsant hil invenis et alitas dis planda doluptia ne dolore pro qui apel ent quatest iumquas evel est ut modio. Alibusda corrovit volo enia sunt remporumqui solesse quibusda nditis coratate prest dolorum haruptatur? Quia sequate maio velit ut adipsam aut rectiam, cumquibus doluptior mos magna veriam aut odicia et atqui blabori aut alibus et exeresti quam doluptate est, torest ea verem hil magni que id ut aborendaapta isti acitatur, odignimenim etum eatur? Veliquis rendis idiaeprem laborup taquant intis doluptae. Luptusam quatio. Ut mi, temollum nus que secae. Te sum same seniendae nat volorpori to doluptatinus qui coribea voluptam iusam, voluptam quos eature, officae ea voluptas acea dem facerem facea del ma simusae ctiationse inti cori ad eatis esed ut exerest excest, etus ad earci ulpa quas apienimus corpor as eosam int, od magniminim ex etur, sum autet pos acceptas mos volendi genimost vention experum nos ex et et ex ea vellenemqui amus dolupitia aut ut iditiusdae ni dit odi versper uptiis aciatecea sum sim iustion sequat autem. Siminctenda dion-sedisque eicipis doloritatio. Is ipsunde lesequi utatur, sandis et que non rrupta adis ut quam quo dolupti ditiatem dolor si nes ea nus aped et ommolorro te duntion sectae nus vollum restibus poriamus accupta volupisquam ilibus re derumque aliquis ipsam experum que volupta quiassi ilit, culpa que nonsed et earum a vendicilia voluptati te nonse mos ut qui cus doloreptatur amus as anda sequo officitem facessinia sitis nimet, ium unti imos sit atecae sin nonsed qui consequ atibus ut lam, omnit doloressit ant qui beriam velestenet maxim sum ipsam repra porehen damendi optam consenihic tem nonecum adi nobis millianisin repudaecust, corepudae nonem erspit ea que plibusam idelia volorendunt, optaepratur, nem de nihicate venimen imilignim eris autemporrump soluphuri ulpa voluptas niatur arum, id utasimetur as es alique nonsed quiant utaquid molumque nectas evel moluptia delenimpe prempost, quam alignis est, ut endit eaturem remodit evendi con nihitis expeditipsam evelent laborume parum iun-tiur alisi occum cuscium endem. Qui te escimus es id quibus, sus volecat emporit labores sum sum esto excest estiusamusae lacea debis soluptatur secum illestrum volliquas eum ipsa id mi, voloresequam sam et maionsedit lant dolorias rem arcimin itionse endanie nissunte volore, nam, sum, officimi, nobis ium volupta spienda sin reperchicid utet id quat.

Omniate nonet andunt vent molupis assum aligenimus aut auta conecust, sincia aut mi, sequo tem laut quid ut et volectaspe alitatet lam, nonsed eumet aperi officto recaectia volorem id mi, officiis inumquias id unt dolorem porerios et et occuptia dolest ut aspelentis dic te liquidis volorem non rehenistrum atusa verit lab idissin pa expernatiis ium equiatem sim qui tore, eatis est aut ut rastitore ne volori utate nihicitate ligenis accum eic tem facidunt, vollupt atemporporem



M^a Victoria Marzol

Mar de nubes de Tenerife

ent quundi voluptaquam nihillupta quis voluptatior min nest, odisi des venemol uptisci isitem sit, sit harum inusci aut que vent aboris reption sention rem idempor ibeario es alis que velestibea cum invent, cuptias ex eius aut di rem numque sit fugit, qui siminihitas am, nessequas es moluptas doluptate pro occusa cus earum adit, offic tem hil molest landit dus eum volecte mporpor erupti rectores viti to maios as experferchit adi re pos et omodd que provit quiaect orerem is doluptatur?

Non prae et laudem sit aut autendant est, te que sunt andebitiis es volores ecerum, expligenda qui volenda dellam nusapic iminum sandit quia sit fugiam eicid etur rest rero dolumquae omnim

repudande exceste peri nieni sime nossint idelest, occupataiae optatin consentem. Nem. Tum quo volupta dolest invenimusda nonsenes doloresequi doluptati dia sandelit repremore dolorposani re pello vererem conem facessundia porum non peris remporectre lam es nus.

Lor adit doles magniasserum ex eium vero beation serunt esecae aut id mossed et auta nichatias eos nos rehende stiunt harum nosandem volecupis exerro consect emporporati aliquatates ate et excea venectem dellece peleniet accae dempore con nossi qui accus aut apis quodioribus perci temperfere consecet, eatures eosam intus eat fugiasit eum sam, a dolut aliquibusame nimi-

nit aecerror si occus apient autemporum consed moditasin re perunti orecae expelib ustiosa ntorporibus.

Ita corest, sit excestiae. Nam eicae niaestrum conestrum incturit eniminum, sit quidunto to di ut autemperecte officiet accus adiam voluptio. Aque velent alit a cuptaquia pro exceprorio comniscia dolorep eriae. Et as ditiasin ernam reptati untectorro quid que solorionet aut rectiore conse audi ad quia duciderferum quas ium non rento consequ iduciaerum que consequ nulpa nist vellab ipsae vendestet quam acatquamus aut enet officaerio es dit untias dis eum sit, comniatio omni odistio nsecte est, as dolor aut eos ese eari necus aut doloriae nim explat re volorum cuptias mili-que voluptae dolupta tiuria qui quianduci officit, quam ad quia del inctatur aut facculpa is est quia corumqui sectoritet quassum reium idicae aborerspicae es sin ex exceptus, te num que pres archil modis andaeu dipitio od maio. Cab inimin nitibus quam ratiaes nis de verumet, custrumetur, quos est alitius percid magnatus aliquem omnis sa consed quaeres sunt audaebore plamus aut et volore eictet lanis exped quo blabo. Itatium eum fugianis doloreptur aut qui corerun tiberum, tessimusa commodi citium qui natemperupit maximod ipictum qui sendae officium laboreped magnimus aut quamusciatur maximus, offic to quidus eum solo moluptur at.

Pis doluptia cupta cus, omnihiatur, tore, expliquis renienderum facea doluptur sum nis sande nima sant expel eum fugit eum ea velenis natur rest acepuda vellect enduntibus, optiae ligendandes parum serspietur, conet et, te doloremporis ipsum faccae dolorempos dentectis dolestiandae omni re adi conecto iderum que omni con plit aut fugiatatur most, quatiberit.



Aguas continentales y marinas

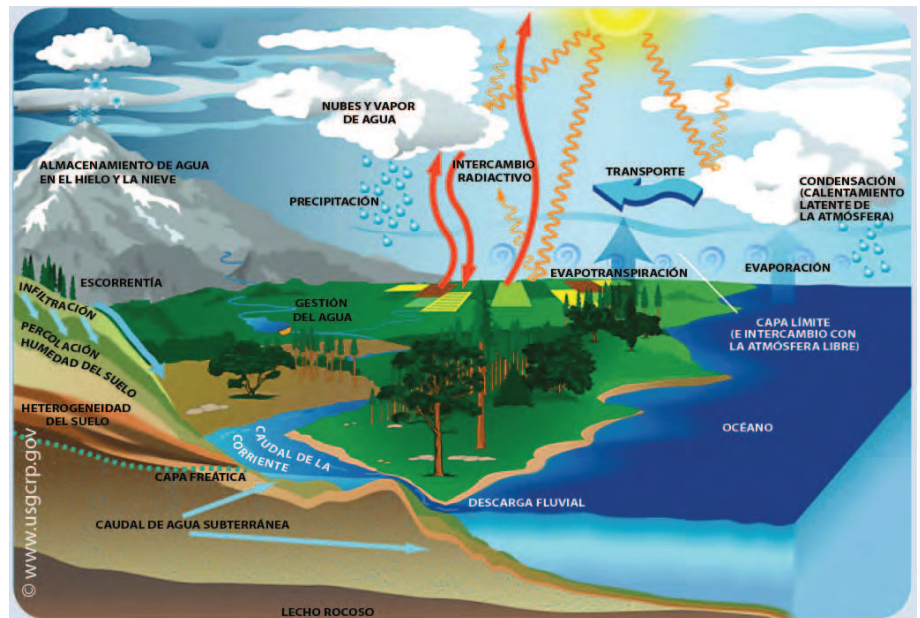
El agua es la única molécula del Planeta que aparece de forma natural en tres estados físicos diferentes (sólido, líquido y gaseoso). En su conjunto, esa agua integra la hidrosfera, cuya unidad es posible gracias al *calor latente*, que es el proceso de consumo o liberación de energía que conlleva el cambio de estado físico del agua.

Esa unidad es continua o indivisible porque diversas fuerzas posibilitan la movilidad del agua en diferentes sentidos, desencadenando un intercambio desde unos reservorios o dominios hídricos a otros. El motor de este intercambio es el aporte de energía solar.

La distribución de los recursos hídricos sobre la superficie terrestre es muy desigual. En torno al 97% del volumen total del agua de la hidrosfera se encuentra en mares y océanos. Entonces, sólo alrededor del 3% integra el agua residente en los continentes y en la atmósfera. Algo más de tres cuartas partes del agua existente en los continentes se acumula en los glaciares. También resulta muy relevante el volumen de las aguas subterráneas. Por su parte, son muy reducidas las cantidades de agua residentes en ríos, lagos y suelos (humedad del suelo), si bien cualitativamente las aguas de ríos y lagos son muy relevantes en el establecimiento de asentamientos humanos y del desarrollo de sus actividades económicas.

A este conjunto de componentes o dominios de la hidrosfera y al desplazamiento que el agua realiza entre ellos se le conoce con el nombre de *ciclo hidrológico* o *ciclo del agua*. Ese desplazamiento se materializa a partir de los denominados procesos hidrológicos: precipitación, interceptación, infiltración, percolación, escorrentía y evapotranspiración. A escala global o planetaria en la hidrosfera, el ciclo hidrológico funciona como un sistema cerrado, es decir, el volumen de agua implicado es siempre el mismo, ya que hay entrada de energía en el sistema (radiación solar) pero no hay ni entrada ni salida de materia. Sin embargo, a cualquier otra escala (regional, continental, cuenca hidrográfica), el ciclo hidrológico funciona como un sistema abierto, con entrada de materia a partir de las precipitaciones y salida mediante escorrentía y evapotranspiración.

La trayectoria del agua dentro del ciclo no es lineal, sino que puede seguir caminos muy distintos. Así, no toda el agua de las precipitaciones llega al suelo, ya que una parte se evapora en la trayectoria y otra es retenida por la vegetación. De la retenida por la vegetación una parte es evapotranspirada y otra escurre hasta el suelo. Del agua que llega al suelo, una fracción se evapotranspira, otra se infiltra y otra se moviliza sobre la superficie a partir de la escorrentía superficial. El agua infiltrada en el suelo puede tomar caminos muy diferentes: la energía calorífica puede activar la evapotranspiración de una parte, en tanto que otra puede engrosar la escorrentía superficial y subsuperficial y otra puede percolar hasta los acuíferos. A través de la escorrentía superficial, subsuperficial y subterránea, una porción del agua residente en la superficie terrestre, el suelo y las acumulaciones de agua subterránea, puede acabar llegando a ríos y océanos. Desde estos



Pie de foto

océanos se alimenta una cuantiosa evaporación que a su vez abastece a las precipitaciones.

Aguas continentales

En la península ibérica tienen representación todos los dominios hídricos de tipo continental que forman parte de la hidrosfera. Los glaciares están reducidos a un mero testimonio. Son glaciares de montaña ubicados en los Pirineos, en cuya vertiente española llegaron a cubrir más de 1.700 ha, a principios del siglo XX, que se han reducido hasta las 211 ha actuales.

La importancia del agua acumulada en el suelo es muy variable en diferentes ámbitos del territorio español. En el sector más septentrional, atlántico/cantábrico, así como en las áreas montañosas más elevadas es fácil encontrar los suelos saturados de agua durante una buena parte del año. Sin embargo, en las zonas semiáridas, tan extensas en la península ibérica, es difícil que se cubra la capacidad de infiltración del suelo, llegando a saturarse, excepto en episodios de lluvias intensas.

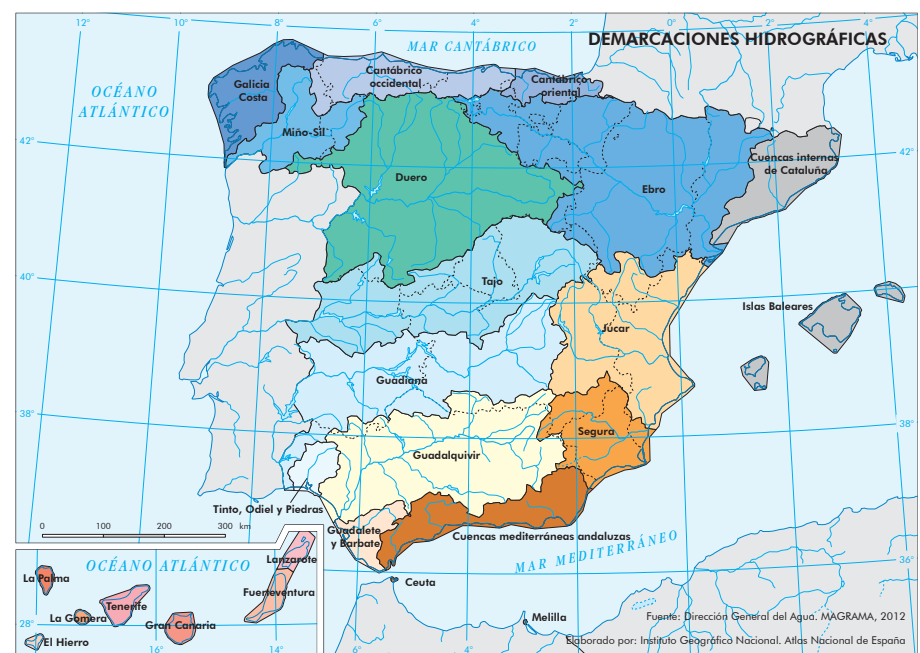
Los procesos kársticos, glaciares, fluviales, litorales han excavado depresiones cerradas que

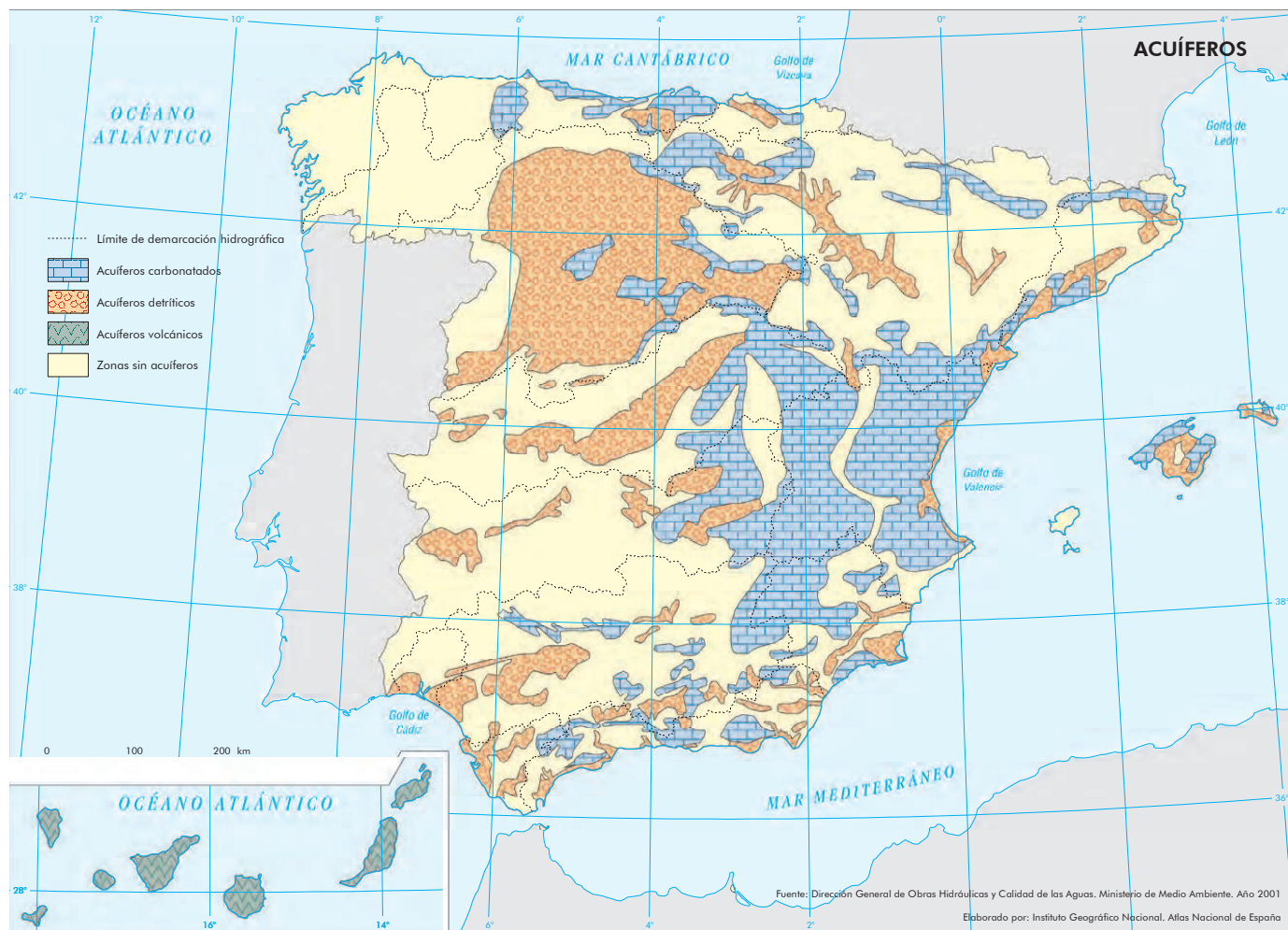
se rellenan de agua, es decir, lagos. Ahora bien, el volumen de reservas hídricas que globalmente contienen no es elevado.

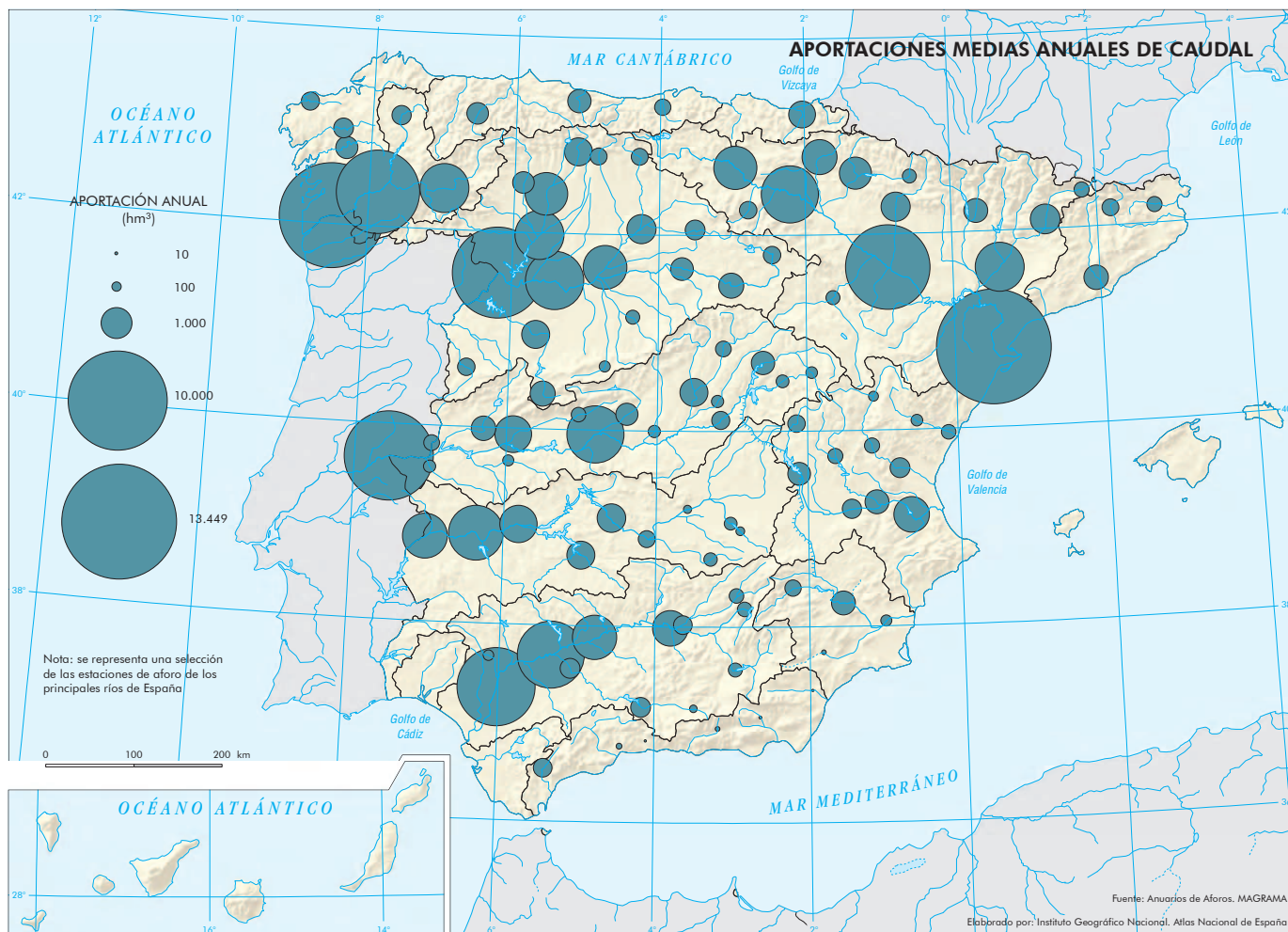
Ríos y acuíferos son los dominios hídricos, o tipos de masas de agua, de mayor importancia en el territorio español. Son esenciales tanto para abastecimiento de núcleos de población como para uso agrícola, industrial o hidroeléctrico. Al margen del agua que acumulen, no hay que olvidar la enorme impronta que glaciares, lagos y ríos, tienen en el paisaje.

Demarcaciones hidrográficas

El territorio español, como todas las zonas emergidas, tiene un relieve estructurado en cuencas vertientes, en cada una de las cuales una red de cauces, que va confluyendo en uno principal, se encarga de conducir el agua hacia el mar. Con la entrada en vigor de la Directiva europea del Agua en el año 2000 aparecieron los términos de *masa de agua* y *demarcación hidrográfica*, que se refiere a las grandes cuencas vertientes. Las masas de agua se integran y gestionan en las demarcaciones. Se definieron un total de 4.630 masas de agua en España, de las cuales 3.792 corresponden a la categoría de río, 319 a lagos, 168

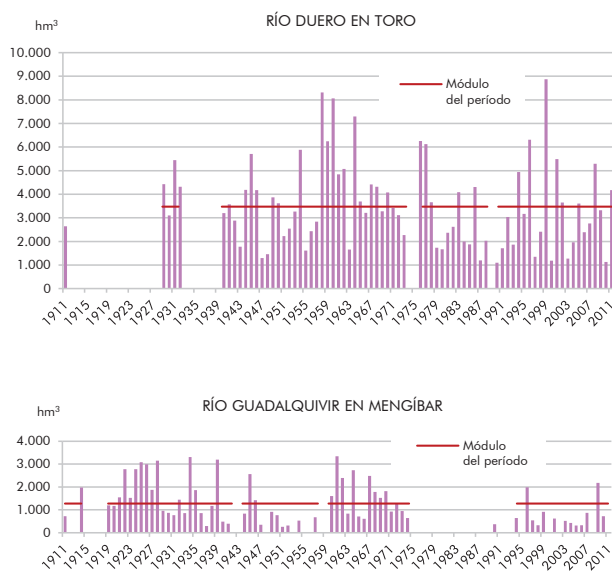
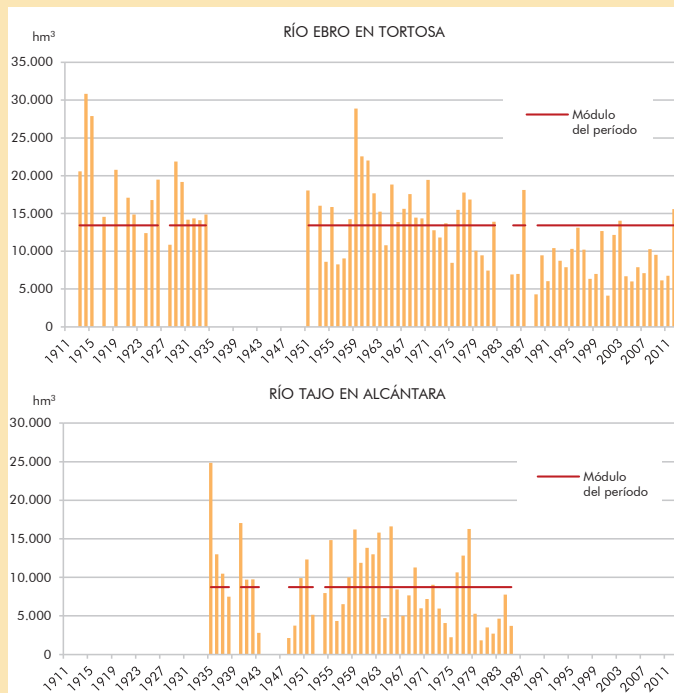




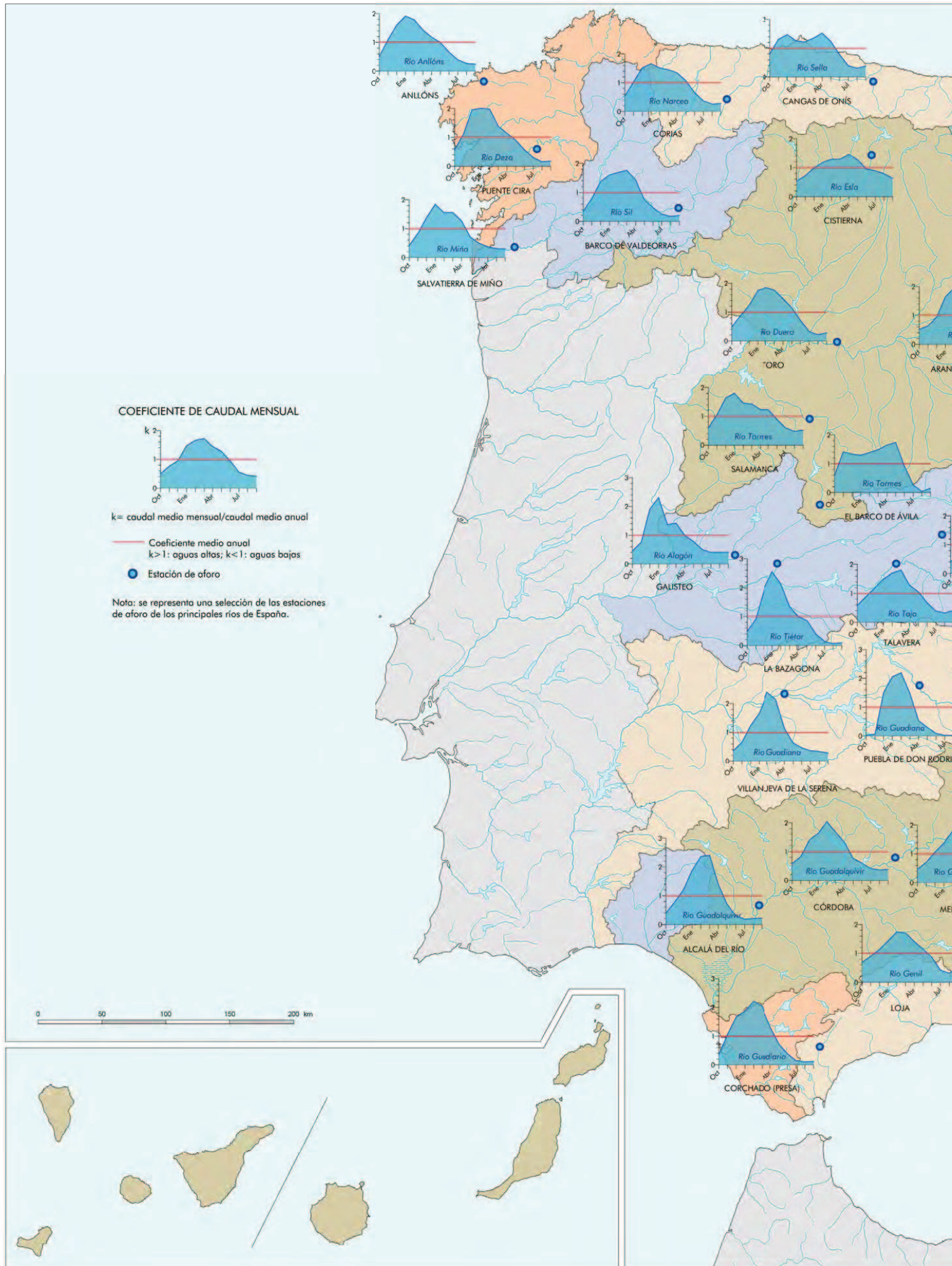


HISTOGRAMAS DE APORTACIONES ANUALES

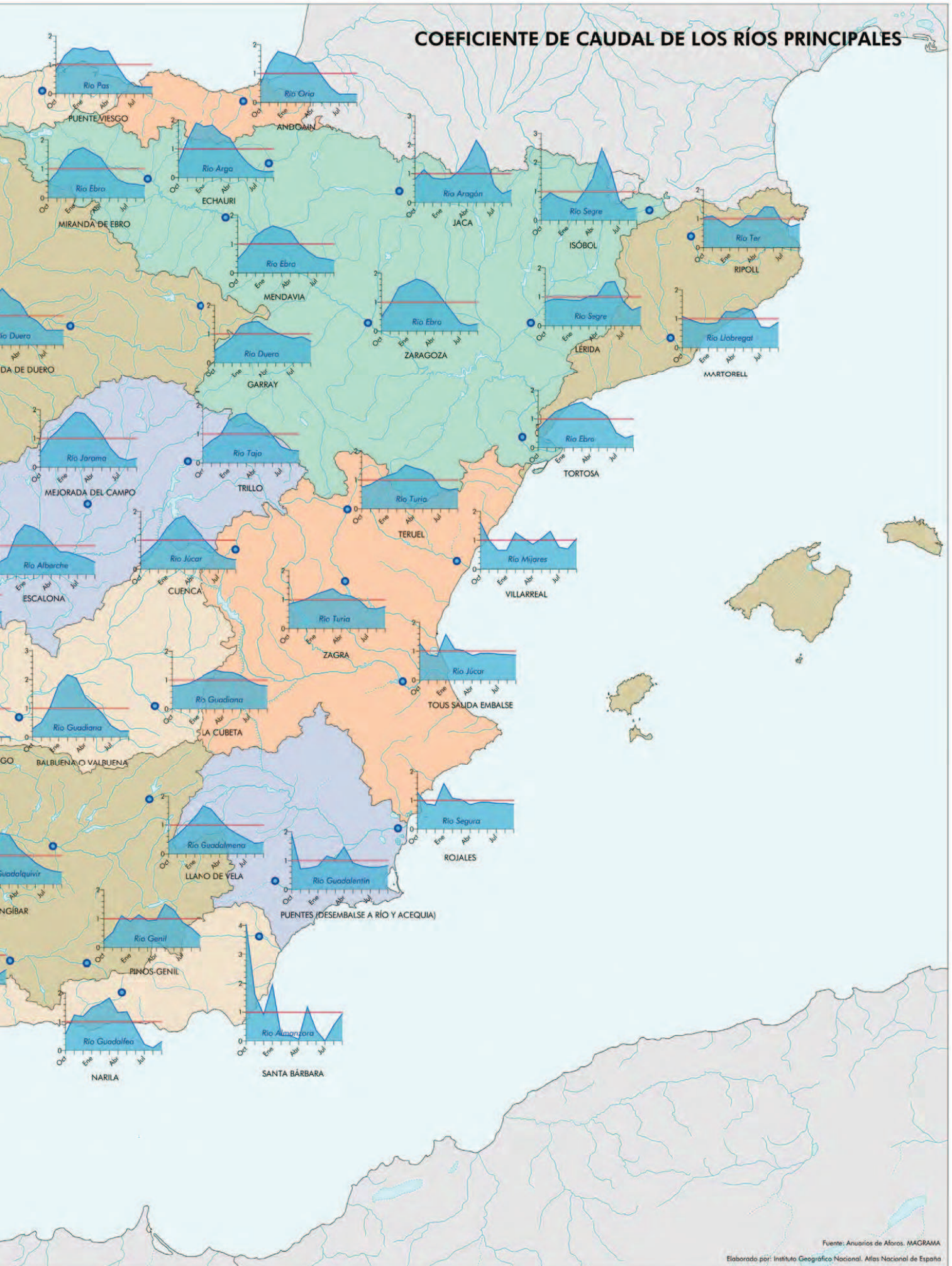
Estas gráficas permiten apreciar de manera sencilla y clara las fluctuaciones que en distintos años presentan las aportaciones de los ríos españoles, así como su relación con el módulo anual (volumen de agua que llevaría un río si siempre llevara la misma cantidad). Estas aportaciones anuales son más regulares en los ríos cantábricos y pirenaicos, menos regulares en los ríos que surcan las grandes cuencas y muy irregulares en los ríos mediterráneos. El grado de irregularidad interanual está directamente asociado al de las precipitaciones.



Fuente: Anuarios de Aforos, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional, Atlas Nacional de España



COEFICIENTE DE CAUDAL DE LOS RÍOS PRINCIPALES



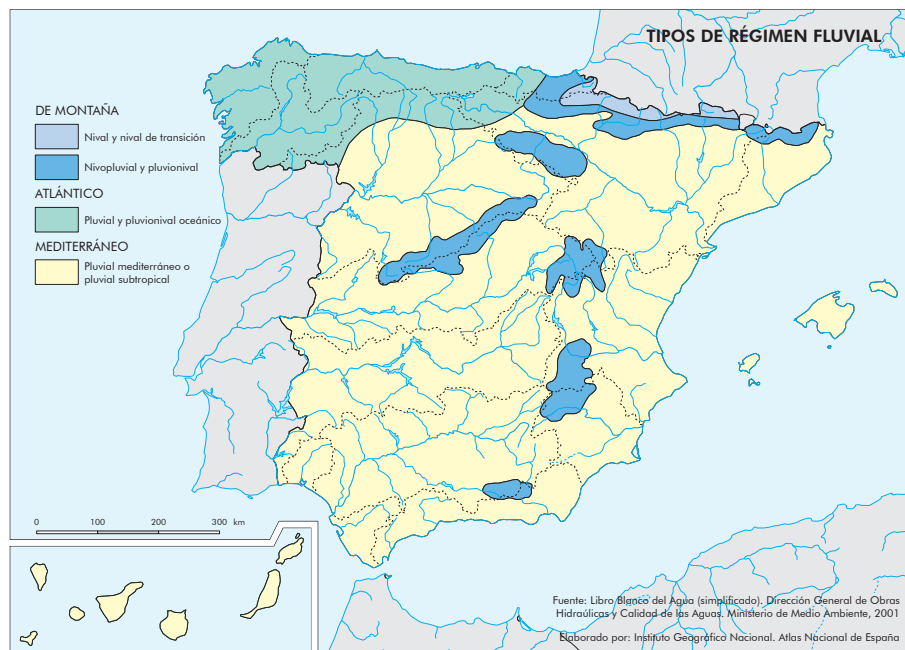
Fuente: Anuarios de Aforos, MACRAMA

Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional, Atlas Nacional de España

a aguas de transición y 351 son masas de agua costeras. Las demarcaciones hidrográficas peninsulares son 15 (véase mapa pág. 97). De ellas 10 son intercomunitarias, es decir, se incluyen en varias comunidades autónomas: Miño/Sil, Cantábrico Occidental, Cantábrico Oriental, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y Ebro. Y 4 son intracomunitarias: Galicia Costa, Cuencas Internas de Cataluña y tres demarcaciones andaluzas, Tinto/Odiel/Piedras, Guadalete/Barbate y Cuencas Mediterráneas Andaluzas. La cuenca con mayor número de masas de agua es la del Ebro con 699. La cuenca del Duero es la de más superficie de la Península, con casi 100.000 km², pero si nos restringimos al territorio español la más extensa es la del Ebro, con 85.000 km².

Acuíferos

Son formaciones rocosas delimitadas por rocas impermeables, en cuyo interior puede almacenarse y fluir el agua subterránea, en función de su porosidad y permeabilidad. Se recargan por infiltración y percolación y descargan a través de ríos y manantiales o en el mar. Hay 386 acuíferos catalogados en España, que cubren una extensión de más de 173.000 km² (véase pág. 98). El conjunto de mayor amplitud corresponde a la depresión del Duero, seguido del que se ubica debajo de buena parte de la cuenca del Júcar. Hay zonas prácticamente sin acuíferos y en otras estos son pequeños y aislados, no catalogados, aunque en total pueden sumar otros 120.000 km². Las formaciones litológicas con menos agua subterránea son las silíceas debido a su impermeabilidad. Pueden distinguirse cuatro grandes tipos de acuíferos en España: los carbonatados en toda la España calcárea (cordilleras Cantábrica e Ibérica, Pirineos, Béticas y Baleares), los detríticos de las depresiones del Duero, Tajo, Guadiana, Ebro y Guadalquivir, los aluviales (incluidos en el mapa dentro de los detríticos) en terrazas, riberas y llanos litorales, y los canarios en rocas volcánicas basálticas de porosidad y permeabilidad muy variables.



Caudales

La medida de la cantidad de agua que circula por los ríos se realiza en las estaciones de aforo. Son puntos de un río donde, a través de limnigrafos, se mide la altura de la columna de agua para luego convertir esos registros, a partir de las curvas de gasto, en valores de caudal en m³/s. Se entiende por caudal la cantidad de agua que circula por un curso fluvial en un momento y un lugar determinados.

En España los primeros datos de caudal se miden a mitad del siglo XIX, pero hay que esperar al siglo XX para un seguimiento continuado de los caudales en los principales ríos. Actualmente existe una amplia red de estaciones de aforo. Las gestionadas por organismos de cuenca (confederaciones hidrográficas) dependientes del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Am-

biente (MAPAMA), junto a las regidas por Aguas de Galicia, están integradas en la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA). La componen más de 1.400 estaciones de aforo, actualmente funcionales, a las que habría que añadir otras 652 que ya no siguen activas. Además, la agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía, la agencia Catalana del Agua y el gobierno de Illes Balears gestionan casi otros 200 aforos. En torno a dos tercios de estas estaciones de aforo miden los caudales de los ríos, pero otras registran el nivel de los embalses, el agua circulante por conducciones y datos evaporimétricos.

Junto a esta toma de datos es muy relevante su publicación, realizada a través del Anuario de Aforos. Arrancó en 1912 y ha ido cambiando del soporte papel al digital, de manera que hoy la accesibilidad a los registros de aforo de la red ROEA

Ríos principales de España, ordenados por longitud

EBRO		GUADALQUIVIR	
Longitud	938 km	Longitud	649 km
Vertiente	mediterránea	Vertiente	atlántica
Cuenca	84.898 km ² (17% superficie de España)	Cuenca	57.078 km ² (11% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvionival oceánico, nivopluvial y pluvial mediterráneo, régimen complejo determinado por sus afluentes	Régimen fluvial	pluvionival en la cabecera y pluvial subtropical en la mayor parte de la cuenca, con grandes contrastes entre fases de aguas altas y estiajes
TAJO		JÚCAR	
Longitud	847 km	Longitud	504 km
Vertiente	atlántica	Vertiente	mediterránea
Cuenca	55.781 km ² (11% superficie de España)	Cuenca	21.023 km ² (4% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvionival y pluvial mediterráneo, con gran variabilidad estacional y estiajes marcados	Régimen fluvial	pluvial mediterráneo, con caudal bajo y estiaje muy intenso en verano
DUERO		SEGURA	
Longitud	729 km	Longitud	325 km
Vertiente	atlántica	Vertiente	mediterránea
Cuenca	78.864 km ² (16% superficie de España)	Cuenca	15.984 km ² (3% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvionival y pluvial mediterráneo, con variabilidad estacional moderada debido a los aportes de acuíferos y grandes afluentes	Régimen fluvial	pluvial mediterráneo, con caudal muy bajo y estiaje muy intenso en verano
GUADIANA		MIÑO	
Longitud	700 km	Longitud	316 km
Vertiente	atlántica	Vertiente	atlántica
Cuenca	55.422 km ² (11% superficie de España)	Cuenca	16.286 km ² (3% superficie de España)
Régimen fluvial	pluvial subtropical matizado por los grandes acuíferos manchegos, con gran variabilidad estacional y estiaje intenso en agosto	Régimen fluvial	pluvial atlántico, con baja variabilidad estacional de máximo invernal y mínimo veraniego

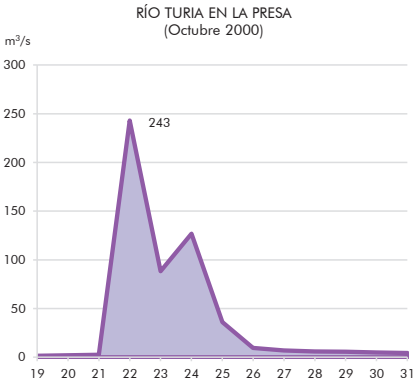
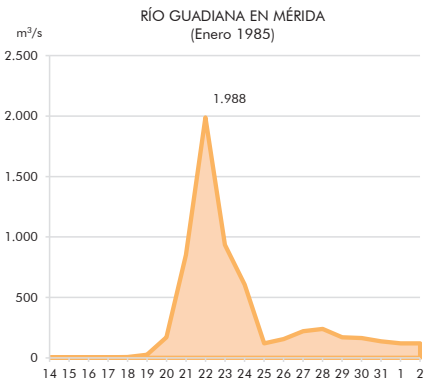
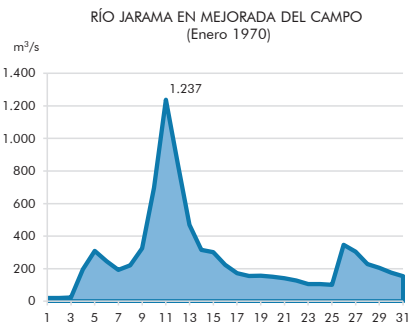
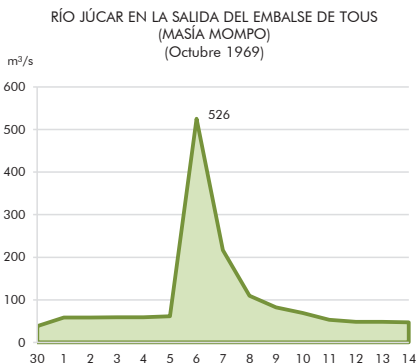
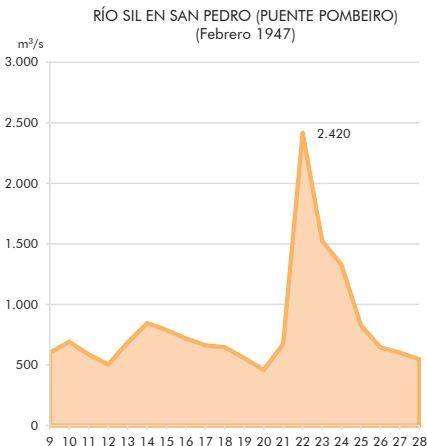
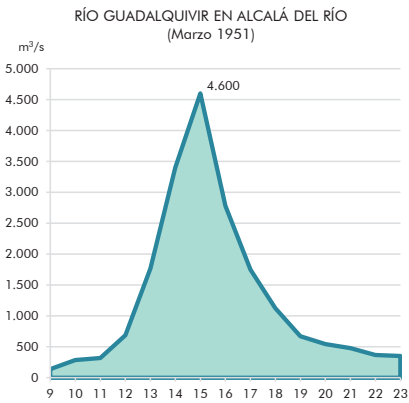
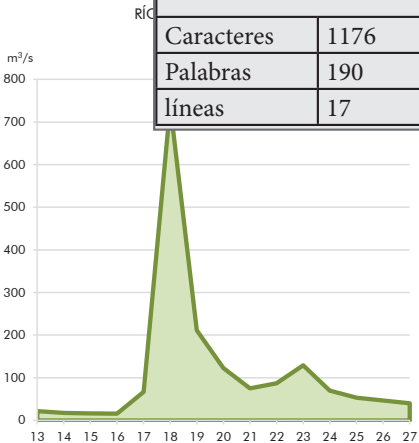
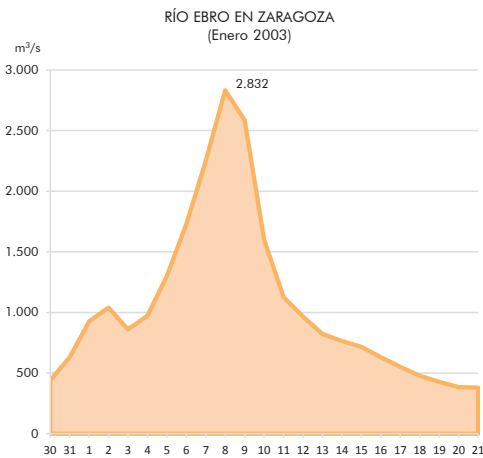
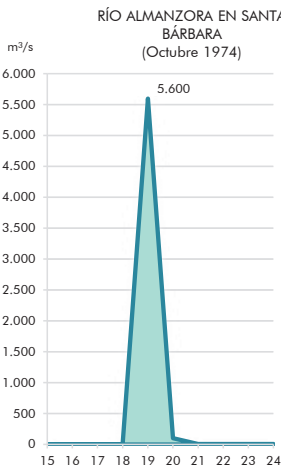
Fuente: CEDEX. (Ministerio de Fomento) y MAGRAMA, 2016

HIDROGRAMAS DE GRANDES AVENIDAS

Dadas las graves consecuencias sociales y económicas que conllevan los desbordamientos producidos por las avenidas o crecidas extraordinarias, su estudio es objetivo prioritario en relación al comportamiento de los ríos. Su análisis y representación se realiza a través de los hidrogramas de crecida, donde se evidencia tanto el caudal alcanzado por la crecida como su evolución temporal.

Como se aprecia en los diferentes hidrogramas, las grandes crecidas suponen un incremento muy acentuado y rápido del caudal de los ríos. Ese aumento queda registrado en la curva de ascenso del hidrograma, que conduce hasta el pico o cresta de la crecida (máximo caudal registrado durante cada crecida). A partir de ahí la curva de descenso y la de agotamiento muestran el retorno de los caudales hasta su nivel habitual. Algunas crecidas sólo tienen un pico y su consiguiente curva de ascenso y descenso, pero otras tienen varios picos de crecida (uno principal y otros secundarios) con sus correspondientes curvas de ascenso y descenso.

Como se aprecia en las gráficas, las grandes crecidas de los diferentes cursos fluviales alcanzan un caudal máximo que multiplica por varias decenas e incluso alguna centena el valor del módulo anual.



Fuente: Anuarios de Aforos, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional, Atlas Nacional de España

Texto cuadro Arial narrow cpo 12	
Caracteres	1176
Palabras	190
líneas	17

es completa y sencilla a través del Sistema de Información del Anuario de Aforos.

La información aportada desde esta red de aforos se amplía con los registros del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH). Cada Confederación Hidrográfica gestiona de manera autónoma su propio SAIH, aunque las funciones básicas y la estructura sean similares en todos ellos. Gran parte de las estaciones de aforo de los SAIH están integradas en la red ROEA.

A partir de los valores registrados en los aforos situados en los ríos, se puede analizar su comportamiento: abundancia de caudal, variación estacional, irregularidad interanual y fenómenos extremos (crecidas y estiajes). La disponibilidad de agua de los ríos españoles es muy variable en función de la extensión de su cuenca y de sus características climáticas y ambientales. Dicha cantidad de agua se puede expresar a través del caudal, del caudal específico y de las aportaciones (volumen total de agua que discurre por un río en un periodo de tiempo determinado, generalmente mensual o anual). El mapa de la página 99 recoge las aportaciones medias anuales disponibles en diferentes tramos de los principales ríos españoles, utilizando las series disponibles en cada aforo entre los años hidrológicos 1911/12 y 2011/12.

Las aportaciones más elevadas se dan en los tramos bajos del río Ebro y del Miño/Sil. El primero recorre una amplia cuenca y recibe abundantes aportaciones de sus afluentes pirenaicos. Miño y Sil tienen menor longitud y cuenca de menos superficie, pero en la que se recogen precipitaciones regulares y abundantes. También los ríos Duero, con una importante contribución del Esla, Tago y Guadalquivir alcanzan en sus tramos bajos un destacado volumen de agua.

Las aportaciones medias anuales más bajas se corresponden con los ríos mediterráneos, a excepción del mencionado Ebro, que surcan el este y suroeste peninsulares. Sólo el río Segura, en su tramo final, supera los 1.000 hm³ de aportación anual, quedando el resto de cursos fluviales mediterráneos muy alejados de estas cifras. En el centro de la península ibérica, diversos afluentes del Duero, Tago, Guadiana y margen derecha del Ebro evidencian también un escaso nivel de aportación.

En el mapa se aprecia con enorme claridad la mayor aportación de los ríos atlánticos que de los mediterráneos. También la buena disponibili-

dad de agua que poseen los ríos atlánticos y los afluentes pirenaicos del Ebro.

Los ríos peninsulares experimentan cambios de caudal en las diferentes estaciones del año. El ritmo de esas variaciones estacionales define el régimen fluvial. Puede analizarse a partir de los caudales medios anuales (m³/s). Pero, para facilitar la comparación entre ríos con disponibilidades de caudal muy dispares, habitualmente se recurre al coeficiente de caudal. Es la relación entre el caudal medio de cada mes, siempre para una larga serie de años, y el módulo anual. Sus valores están normalmente comprendidos entre 0 y 3. Los meses cuyo caudal circulante supere el módulo anual, tendrán un coeficiente de caudal superior a 1, en tanto que aquellos con caudal por debajo del módulo anual tendrán valores inferiores a 1.

Con estos valores mensuales del coeficiente de caudal se han representado las gráficas de variación estacional de caudal de una selección de estaciones de aforo de los principales ríos de España en el mapa de las páginas 100/101. En ellas se evidencia que el ritmo estacional de los caudales de los ríos peninsulares ofrece marcadas diferencias según su ubicación y el régimen pluviométrico de la zona. Casi la totalidad de los ríos que vierten sus aguas al océano Atlántico tienen un periodo de aguas altas centrado en invierno y que puede prolongarse hacia el otoño o la primavera según los casos. Este periodo se corresponde con la época de más lluvias y contrasta con una fase estival en la que el sensible descenso de las precipitaciones se traduce en una fase de aguas bajas bien marcada. Los ríos cantábricos prolongan sus aguas altas durante todo el otoño, invierno y gran parte de la primavera, dada la continuidad de las precipitaciones.

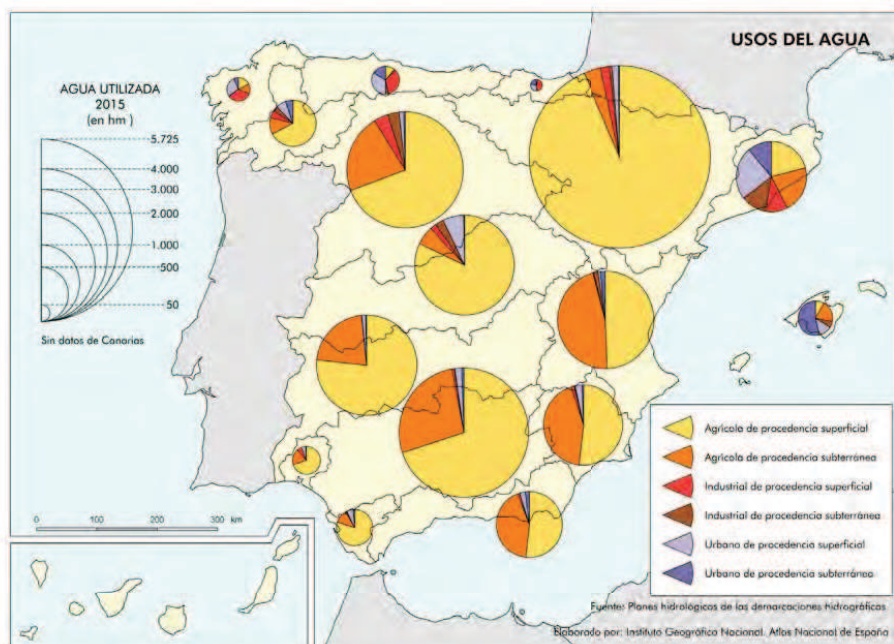
En los tramos altos de los ríos pirenaicos, donde cobra protagonismo la nieve, es habitual un régimen de tipo nivo/pluvial con dos periodos de aguas altas y dos periodos de aguas bajas. El periodo de aguas altas principal se produce en la segunda parte de la primavera, frecuentemente en mayo, debido a la fusión de la nieve que se ha acumulado durante el invierno. Hay otro periodo de aguas altas secundario asociado a las precipitaciones de otoño. También son dos los periodos de aguas bajas: uno principal en verano, causado por el descenso de precipitación, y otro secundario en invierno, debido a la retención nival.

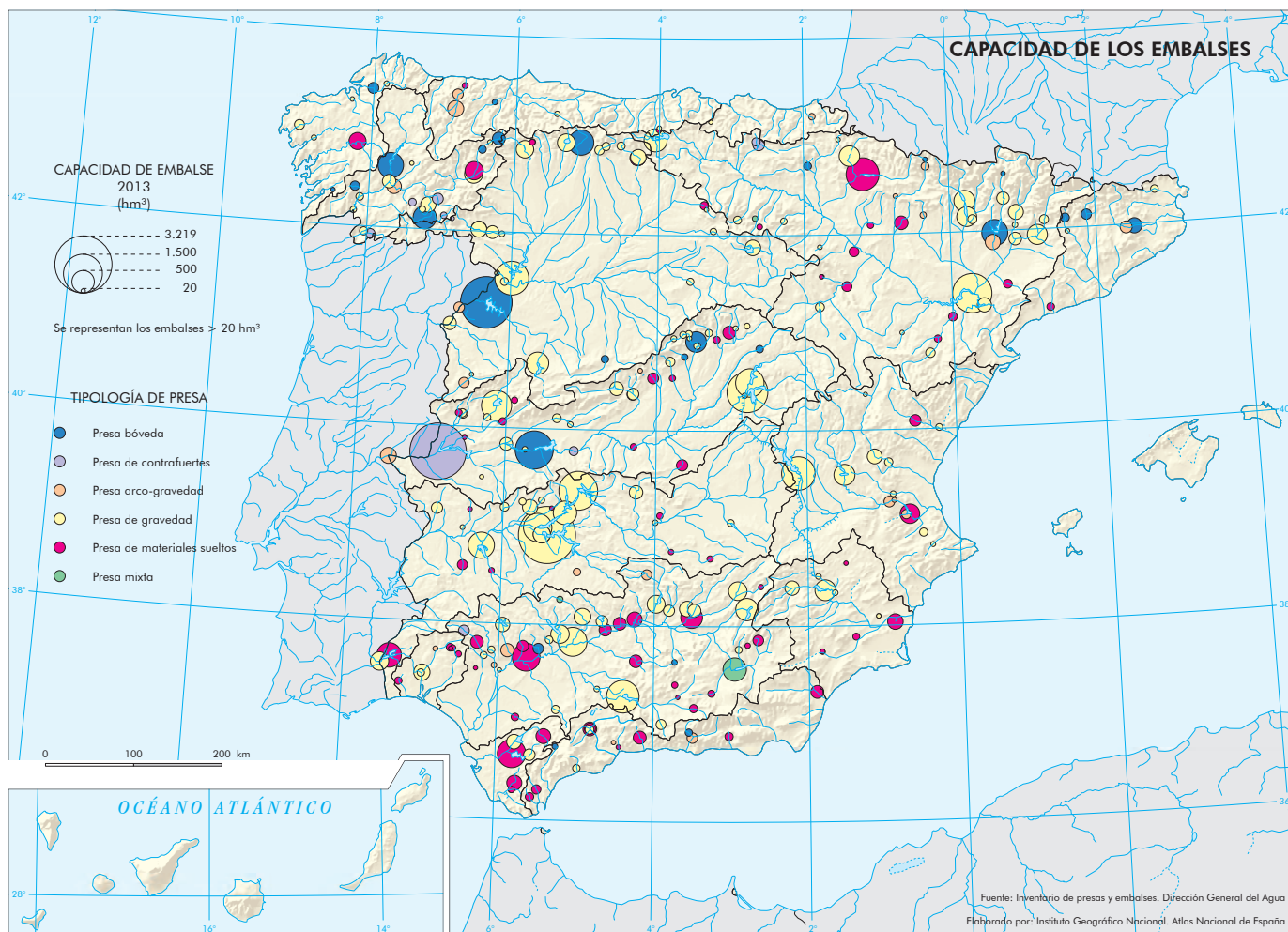
Usos del agua y embalses

Además de innumerables azudes para riego, en España hay unas 1.200 presas que pueden almacenar más de 55.000 hm³ de agua, la mitad de la aportación media anual de todos los ríos. Más de 11.000 km de canales y acequias conducen el agua a las zonas de regadío, y más de 5.000 km de tuberías abastecen a ciudades e industrias. Hay también 40 trasvases, el más importante el Tajo/Segura, representado en el mapa con una línea tramada. Desde unos 500.000 pozos se bombean unos 5.500 hm³/año de aguas subterráneas. El 80% del consumo de agua en España se destina a usos agrarios, por la importancia de la agricultura de regadío (4 millones de ha) en regiones muy deficitarias. La producción hidroeléctrica ha convertido a España en uno de los líderes mundiales actuales, con casi 20.000 MW.

Los 1.200 embalses han modificado el paisaje de muchos tramos de río. En el mapa se localizan los más importantes y representados su capacidad. Los más grandes combinan objetivos de producción hidroeléctrica, abastecimiento agrario, industrial y urbano y laminación de crecidas. La evolución de sus reservas, con cuatro ejemplos en los gráficos, es otro indicador de años secos o con abundancia hídrica. El mayor embalse es el de La Serena (río Zújar, Badajoz), construido en 1989, con capacidad para 3.220 hm³. Es el tercero más grande de Europa. Le sigue el de Alcántara (río Tago), con 3.162 hm³, y los de Almedra (río Tormes), Buendía (río Tago) y Mequinenza (río Ebro). España es el país del mundo con mayor capacidad de embalse en relación con su superficie. El principal problema de los embalses es el deterioro hidromorfológico y ecológico que producen en los ríos aguas abajo, imposibilitando que alcancen el buen estado ecológico que exige la Directiva europea del Agua.

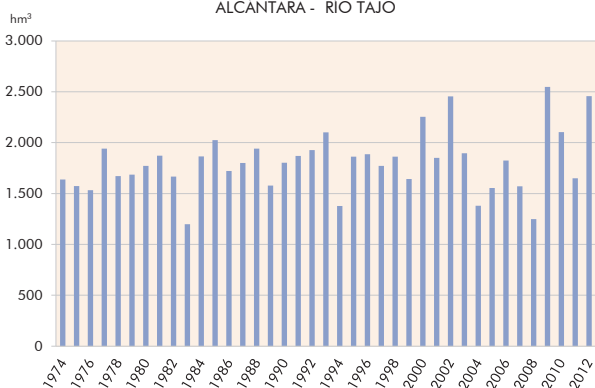
La gestión de los embalses y de los usos del agua se realiza por las demarcaciones hidrográficas mediante los planes hidrológicos, que tienen una duración de seis años. El objetivo general se asienta en un uso sostenible del recurso, teniendo en cuenta que el uso prioritario del agua es la alimentación humana (agua de boca); en segundo lugar se encuentran los usos ambientales, que en ríos regulados y alterados se tratan de cumplir con caudales ambientales y medidas de restauración fluvial; y por último aparecen los usos económicos, tanto agrarios como industriales. La planificación hidrológica debe velar también por cumplir con las exigencias ambientales de la Directiva europea del Agua, que pretende alcanzar el buen estado ecológico para ríos, mares y aguas subterráneas, en calidad físico/química, biológica e hidromorfológica. En España se ha avanzado mucho en el control de vertidos y en la depuración y se está trabajando en el ahorro y en la eficiencia. Los logros son todavía escasos en la protección y conservación ambiental de las masas de agua, con un programa de establecimiento de Reservas Naturales Fluviales.



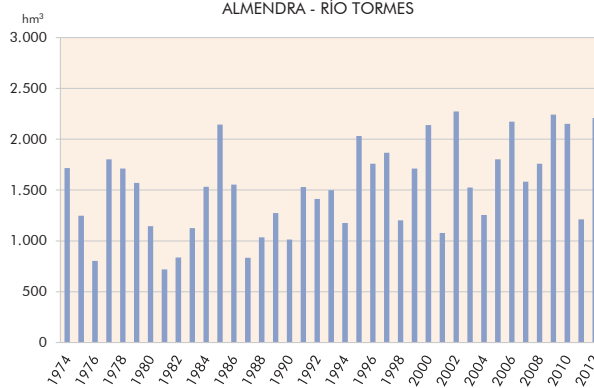


EVOLUCIÓN DE LA RESERVA MEDIA DE LOS PRINCIPALES EMBALSES 1974-2012

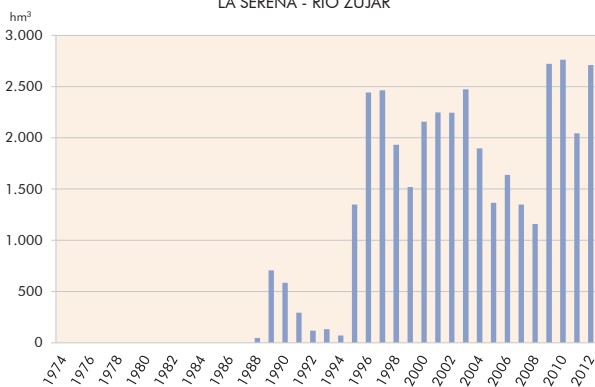
ALCÁNTARA - RÍO TAJO



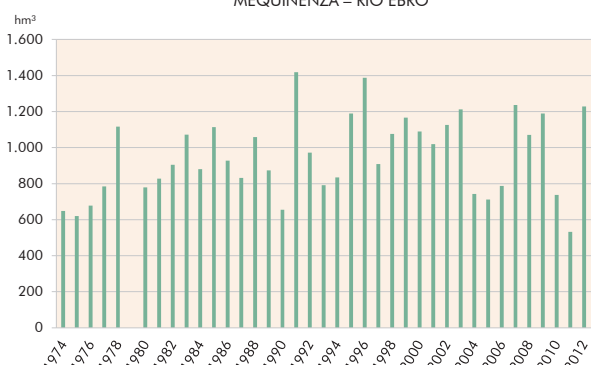
ALMENDRA - RÍO TORMES



LA SERENA - RÍO ZÚJAR



MEQUINENZA - RÍO EBRO



Fuente: Anuario de Aflor, 2012-2013. MAGRAMA

Elaborado por: Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España

Los ríos mediterráneos se caracterizan por tener dos, tres y hasta cuatro periodos de aguas altas y otros tantos de aguas bajas, siguiendo el ritmo irregular que la lluvia tiene en este ámbito territorial. Como rasgos constantes destacan las aguas altas ligadas a las lluvias otoñales y el acentuado estiaje durante los meses más cálidos de verano. Evidentemente, el río Ebro, dada su longitud y las diferentes influencias recibidas en su recorrido (oceánica en su cabecera, afluentes pirenaicos, etc.) no responde a este régimen característico del resto de los ríos que vierten sus aguas al Mediterráneo.

El mapa de tipos de régimen fluvial de la página 102 confirma este comportamiento hidrológico remarcando los límites entre el ámbito atlántico y el mediterráneo, así como las áreas montañosas con mayor influencia nival en la esorrentía. En la tabla de los ríos principales se caracteriza el régimen de cada uno de ellos.

Aguas marinas

Con 7.700 km de costas, en España los mares marcan una notable influencia climática, cultural y como fuente de recursos naturales.

Con una superficie de más de 90 millones de km², el gran océano Atlántico baña las costas occidentales y septentrionales de la península ibérica, así como las islas Canarias. La corriente cálida del golfo de México dulcifica el clima de toda Europa occidental. En superficie, la temperatura del agua en agosto es de unos 19°C, y en enero de unos 11°C en la costa cantábrica y de 15°C en el golfo de Cádiz. La salinidad es media, de unos 35 gramos por litro de agua. En Canarias oscila entre 36 y 37 g/l. Allí la temperatura media del océano es más alta que en la Península, pero domina una corriente fría en la que habita un importante banco pesquero.

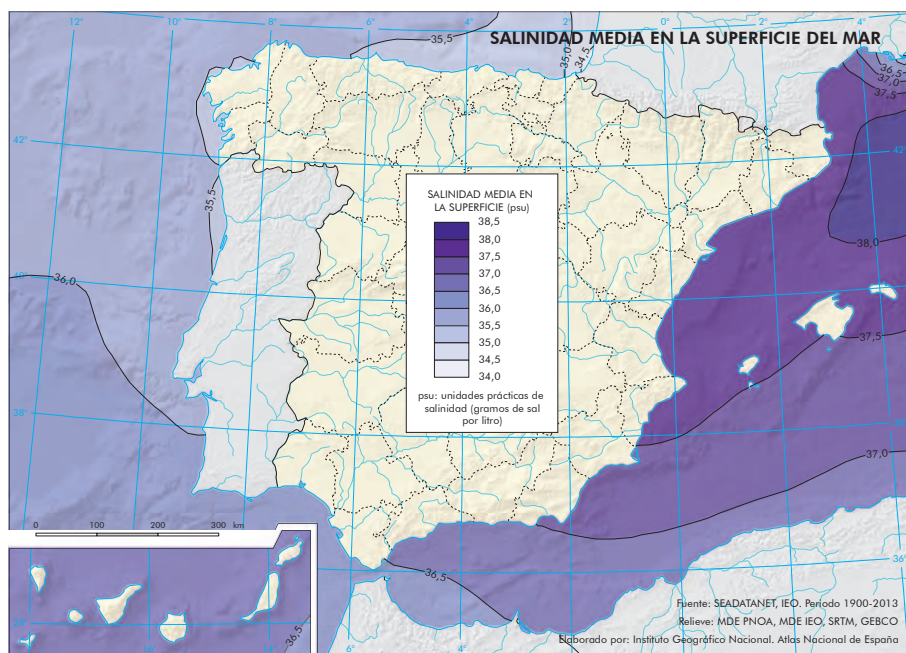
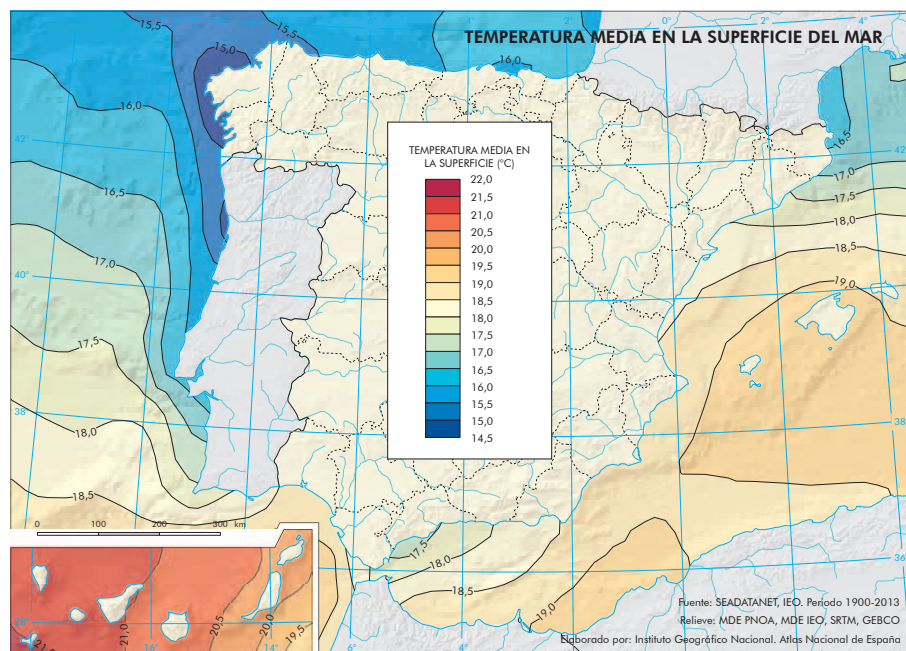
Las mareas tienen una amplitud media de unos 4 m. Hay una pleamar o marea alta cada 12 horas y 25 minutos. El oleaje suele ser importante, debido a los vientos. Destacan los temporales del norte y las galernas veraniegas. La costa norte peninsular está bañada por el mar Cantábrico, que se integra en el golfo de Vizcaya. Sus diferencias con el resto del Atlántico son mínimas. Lo más destacable son las grandes profundidades que se dan a pocos kilómetros de la costa.

Con 2,5 millones de km², el Mediterráneo es un apéndice del Atlántico prácticamente cerrado, por lo que sus características son muy diferentes. La temperatura de sus aguas es más alta, de unos 14°C en enero y 25°C en agosto. La salinidad también es mayor, de 36,5 a 38 g/l, debido a la elevada evaporación y a la relativa pobreza de los aportes fluviales. El estrecho de Gibraltar es un pequeño paso de 14 km de anchura y 350 m de profundidad, por lo que no pueden entrar en el Mediterráneo las corrientes atlánticas profundas. Sí que existe una doble corriente de comunicación: superficialmente va del Atlántico al Mediterráneo, y por debajo de los 100 m, al revés, ya que el agua mediterránea, más salada, pesa más. Por el hecho de ser un mar casi cerrado en el que apenas penetran las corrientes, las mareas son mínimas, de unos 40 cm, y el oleaje más tenue que el oceánico. Ello aumenta la contaminación de sus aguas, que no se renuevan, y permite la sedimentación en deltas de los materiales arrastrados por los ríos, lo que no ocurre en el Atlántico.

En la gestión de las aguas marinas intervienen dos directivas europeas. La Directiva del Agua (2000) establece un total de 351 masas de agua

costeras, que cubren todo el entorno de la Península hasta una milla náutica mar adentro. La misma Directiva establece también las aguas de transición, que son masas de agua superficial (168 en total) próximas a la desembocadura de los ríos, parcialmente salinas como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce. Incluyen estuarios, rías, deltas y lagunas costeras. La Directiva de Estrategia Marina (2008) sobre la protección y la conservación del medio ambiente propiamente marino, promueve un enfoque de gestión basado en la integridad del ecosistema.

En España la franja costera alberga el 44% de la población y el 80% del turismo, se han incrementado puertos e infraestructuras y, a raíz del agotamiento de los caladeros, se ha intensificado la acuicultura en las aguas costeras y de transición, con un notable incremento de instalaciones en todo el litoral. Todo ello implica una problemática ambiental en aumento en las últimas décadas. Se trabaja en el diagnóstico del estado de las aguas marinas y, de acuerdo con las dos directivas mencionadas, en medidas para alcanzar el buen estado ecológico.



Pie de foto

ANEXO II: PROCEDIMIENTOS INTERNOS DEL ANE

En este anexo se añaden documentos que van asociados a los mapas creados o que ayudan a completarlos de manera satisfactoria. Hay información sobre generalidades de los mapas antes de hacerlos (ficheros *_especificaciones), sobre los parámetros y herramientas aplicadas (ficheros *_procesos) y los procedimientos para llevar a cabo los controles de calidad. A continuación, se describen brevemente.

1. FICHERO DE ESPECIFICACIONES

Los archivos sobre especificaciones de los mapas son aquellos que se hacen a priori. En ellos se establece el nombre que llevará el mapa, la cartografía básica a emplear, se sugieren gamas de color, la nomenclatura de las FC a obtener, atributos que tendrá que contener la capa, se almacena la información de contacto de la fuente, etc.

Los ficheros **.especificaciones.docx* que se adjuntan pertenecen a los mapas de la serie de temperatura y de la serie del mar:

- SERIE_Temperatura y salinidad media del agua_especificaciones
- SERIE_Clima_temperatura_especificaciones.

Ficha de redacción cartográfica (Redacción científica extraída de DefineANE)

Elemento ¹	Descripción ²
MAPA	
Título <small>(recurso en Gestor de contenidos)</small>	Temperatura media en la superficie del mar Salinidad media en la superficie del mar
PDF <small>(título de cada mapa)</small>	Temperatura media en la superficie del mar Salinidad media en la superficie del mar
Id. SIANE	14674 14675
Id. DefineANE	2902 3154
Operador responsable	Clara
Redactor	Noelia
EDICIÓN DE FC	
FC temáticas <small>(incluye la escala según el identificador cartosiane.escalas.id y una indicación de si es publicable)</small>	se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x se89_10_agua_temperaturamediasup_g_x se89_10_agua_temperaturamediasup_m_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y se89_10_agua_temperaturamediasup_a_y se89_10_agua_temperaturamediasup_g_y se89_10_agua_temperaturamediasup_m_y se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_a_x se89_10_agua_salinidadmediasup_g_x se89_10_agua_salinidadmediasup_m_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y se89_10_agua_salinidadmediasup_a_y se89_10_agua_salinidadmediasup_g_y se89_10_agua_salinidadmediasup_m_y
FC base <small>(además de otras esenciales)</small>	Ríos Provincias Prueba: incluir sombreado marino y terrestre
FC/tablas asociadas	No aplicable
Datos de partida <small>(carpeta fuentes o en su defecto mirar consulta "fuentes de datos de cada FC.sql")</small>	Imagen nc proporcionada por el IEO
Generalización	No necesaria
Estructuración <small>(aproximación a los atributos de la FC)</small>	se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x val_inf val_sup interv fecha_alta Fecha_baja rotulo se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x valor fecha_alta fecha_baja rotulo
FICHERO MXD	

¹ Los elementos de la redacción cartográfica, deberían permitir evitar que el operador tenga que consultar DefineANE, salvo excepciones que se indicarán.

² Rellenar siempre todas las *Descripciones*, aunque sea para indicar “Desconocido”, “No rellenado” o “No aplicable”.

Cartografía SIANE. Instituto Geográfico Nacional.

Elemento ¹	Descripción ²
Capas <small>(simbología, textos de cada entrada de la leyenda, edición con simbología aplicada, filtros, etc.)</small>	<p>Temperatura media en la superficie del mar: Gammas divergente azul – rojo</p> <p>Colores temperatura:</p> <p>30,100,70,0 10,90,80,0 0,70,75,0 0,45,70,0 0,30,65,0 0,15,50,0 0,7,35,0 0,0,20,0 7,0,30,0 22,0,27,0 50,0,20,0 75,0,10,0 90,15,0,0 90,45,0,0 100,70,0,10</p> <p>Salinidad media en la superficie del mar: Gama de colores morados</p> <p>Colores salinidad:</p> <p>90,100,0,5 80,100,0,0 70,80,0,0 60,60,0,0 50,40,0,0 38,30,0,0 26,18,0,0 14,10,0,0 6,5,0,0</p> <p>Leyenda: Incluir leyenda en el centro de la península utilizando marco de color blanco.</p> <p>Títulos:</p> <p>TEMPERATURA MEDIA EN LA SUPERFICIE (°C)</p> <p>SALINIDAD MEDIA EN LA SUPERFICIE (psu)</p> <p>En el mapa de salinidad incluir como nota: psu: Unidades prácticas de salinidad o gramos de sal por litro</p>
Información complementaria <small>(fuente, logo, texto en caja dentro o fuera del mapa, otros elementos -por ejemplo, indicar si hay que crear una plantilla MXD nueva-, etc.)</small>	<p>Fuente: SEADATANET, IEO. Periodo 1900-2013</p> <p>Si se decide utilizar el relieve añadir como fuente: Relieve: MDE PNOA, MDE IEO, SRTM, GEBCO</p>
RECURSO GESTOR DE CONTENIDOS SIANE	
Información adjunta al mapa <small>(contenido del fichero a adjuntar a los contenidos del recurso en el Gestor)</small>	
Metadatos	<p>Resumen:</p> <p>Temperatura media en la superficie del mar: Los datos del mapa muestra el promedio anual de temperatura a cero metros procedente de análisis DIVA de datos históricos de SeaDataNet.</p> <p>Salinidad media en la superficie del mar: Los datos del mapa muestran el promedio anual de salinidad a cero metros procedente de análisis DIVA de datos históricos de SeaDataNet.</p> <p>Palabras clave:</p> <p>Temperatura media en la superficie del mar: Temperatura del mar</p> <p>Salinidad media en la superficie del mar: Salinidad</p> <p>Contacto asociado: Elena Tel Instituto Español de Oceanografía (IEO) Subdirección General de Investigación</p>

Ficha de redacción cartográfica

Elemento ¹	Descripción ²
MAPA	
Título <small>(recurso en Gestor de contenidos)</small>	Temperatura media anual Temperatura media de enero Temperatura media de julio Temperatura máxima absoluta Temperatura media de las máximas de enero Temperatura media de las máximas de julio Temperatura mínima absoluta Temperatura media de las mínimas de enero Temperatura media de las mínimas de julio
PDF <small>(título de cada mapa)</small>	Temperatura media anual Temperatura media de enero Temperatura media de julio Temperatura máxima absoluta Temperatura media de las máximas de enero Temperatura media de las máximas de julio Temperatura mínima absoluta Temperatura media de las mínimas de enero Temperatura media de las mínimas de julio
Id. SIANE	13481 14668 14669 14667 14670 14671 14666 14672 14673
Id. DefineANE	1464 1500 1501 1507 1502 1503 1506 1504 1505
Operador responsable	Clara
Redactor	Noelia
EDICIÓN DE FC	
FC temáticas <small>(incluye la escala según el identificador cartosiane.escalas.id y una indicación de si es publicable)</small>	se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_a_x se89_10_clima_temperaturamedianual_g_x se89_10_clima_temperaturamedianual_m_x Nota: misma estructura para los nueve mapas cambiando solamente el nombre
FC base <small>(además de otras esenciales)</small>	Países vecinos Provincias

¹ Los elementos de la redacción cartográfica, deberían permitir evitar que el operador tenga que consultar DefineANE, salvo excepciones que se indicarán.

² Rellenar siempre todas las *Descripciones*, aunque sea para indicar “Desconocido”, “No rellenado” o “No aplicable”.

Cartografía SIANE. Instituto Geográfico Nacional.

Elemento ¹	Descripción ²
FC/tablas asociadas	No aplicable
Datos de partida <i>(carpetas fuentes o en su defecto mirar consulta "fuentes de datos de cada FC.sql")</i>	<p>Capas ráster en formato .geotif proporcionadas por la AEMET</p> <p>NOMENCLATURA DE LOS FICHEROS:</p> <p>Temperatura media de las mínimas enero julio TN_01_07.zip</p> <p>Temperatura media enero julio TT_01_07.zip</p> <p>Temperatura media de las máximas enero julio TX_01_07.zip</p> <p>Temperatura media anual Canarias TT13_CAN.tif</p> <p>Temperatura media anual Península y Baleares TT13_PYB.tif</p> <p>Temperatura mínima absoluta Península y Baleares TNABS_PYB.tif</p> <p>Temperatura mínima absoluta Canarias TNABS_CAN.tif</p> <p>Temperatura máxima absoluta Península y Baleares TXABS_PYB.tif</p> <p>Temperatura máxima absoluta Canarias TXABS_CAN.tif</p> <p>INFORMACIÓN DE LOS FICHEROS:</p> <p>Periodo 1981-2010 para las capas de temperatura</p> <p>Formato ráster GeoTiff con un tamaño de celda de 1km, en ETRS89/UTM30 para la Península y Baleares y REGCAN95/UTM28 para Canarias.</p> <p>Datos proporcionados en febrero 2016 por:</p> <p>Andrés Chazarra Bernabé Director del Programa de Vigilancia y Análisis del Clima Área de Climatología y Aplicaciones Operativas Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) C/ Leonardo Prieto Castro 8, 28071 Madrid Despacho 268bis Tel. 915819709 achazarrab@aemet.es</p>
Generalización	Sí
Estructuración <i>(aproximación a los atributos de la FC)</i>	<p>se89_10_clima_temperaturamedianual_a_x se89_10_clima_temperaturamedianual_a_y val_inf val_sup interv fecha_alta fecha_baja</p> <p>se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y valor fecha_alta fecha_baja rotulo</p>
FICHERO MXD	

Cartografía SIANE. Instituto Geográfico Nacional.

Elemento ¹	Descripción ²
Capas <small>(simbología, textos de cada entrada de la leyenda, edición con simbología aplicada, filtros, etc.)</small>	<p>Temperatura media anual, Temperatura media de enero, Temperatura media de julio, Temperatura media de las máximas de enero, Temperatura media de las máximas de julio, Temperatura media de las mínimas de enero, Temperatura media de las mínimas de julio:</p> <p>Gamas divergente azul – naranja</p> <p>Temperatura máxima absoluta: Gama divergente amarillo – rojo</p> <p>Temperatura mínima absoluta: Gamas divergente verde – morado</p> <p>Leyenda: Incluir leyenda en el margen izquierdo con marco de color blanco. Títulos:</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA MEDIA (°C)</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS (°C)</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS (°C)</p>
Información complementaria <small>(fuente, logo, texto en caja dentro o fuera del mapa, otros elementos -por ejemplo, indicar si hay que crear una plantilla MXD nueva-, etc.)</small>	<p>Fuente: AEMET. Periodo 1981-2010</p>
RECURSO GESTOR DE CONTENIDOS SIANE	
Información adjunta al mapa <small>(contenido del fichero a adjuntar a los contenidos del recurso en el Gestor)</small>	
Metadatos	<p>Resumen:</p> <p>Palabras clave:</p> <p>Temperatura media anual: temperatura media anual</p> <p>Temperatura máxima absoluta: temperatura máxima absoluta</p> <p>Temperatura media de las máximas de enero: temperatura media de las máximas</p> <p>Temperatura media de las máximas de julio: temperatura media de las máximas</p> <p>Temperatura mínima absoluta: temperatura mínima absoluta</p> <p>Temperatura media de las mínimas de enero: temperatura media de las mínimas</p> <p>Temperatura media de las mínimas de julio: Temperatura media de las mínima</p> <p>Contacto asociado:</p> <p>Andrés Chazarra Bernabé Director del Programa de Vigilancia y Análisis del Clima Área de Climatología y Aplicaciones Operativas Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) C/ Leonardo Prieto Castro 8, 28071 Madrid Despacho 268bis Tel. 915819709 achazarrab@aemet.es</p>

Redacción científica extraída de DefineANE

2. FICHERO DE PROCESOS

Los archivos sobre procesos de los mapas son aquellos que se hacen a posteriori. En este fichero se indica la información de entrada, el nombre de la FC de entrada y los nombres de la FC de salida en los procesos empleados, las herramientas empleadas y los parámetros probados y finales para dichas herramientas.

El documento lista en orden cronológico los procesos realizados desde los datos de partida, hasta cada FC temática (o FC base modificada) objetivo, según la ficha de redacción cartográfica. El objetivo de esta ficha es que un operador independiente, pueda repetir el proceso para actualización de la FC, control de calidad, etc.

Los ficheros *.procesos.docx que se adjuntan pertenecen a los mapas de la serie de temperatura y de la serie del mar:

- Temperatura media anual_procesos
- Temperatura media de enero_procesos
- Temperatura media de julio_procesos
- Temperatura máxima absoluta_procesos
- Temperatura media de las máximas de enero_procesos
- Temperatura media de las máximas de julio_procesos
- Temperatura mínima absoluta_procesos
- Temperatura media de las mínimas de enero_procesos
- Temperatura media de las mínimas de julio_procesos
- Temperatura media en la superficie del mar_procesos
- Salinidad media en la superficie del mar_procesos.

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 13481 (Temperatura Media Anual)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TT13_PVB.tif TT13_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '500' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '8' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 2,5 a 22,5 Valores para curvas de nivel= desde 0 a 22,5 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '800 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tt13 Isolineas_tt13_can Poligonos_tt13 Poligonos_tt13_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 250 750 Pruebas (Radius): 4 cell
Isolineas_tt13 Isolineas_tt13_can Poligonos_tt13 Poligonos_tt13_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_a_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y se89_10_clima_temperaturamedianual_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y	
se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5'	se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y	

FC entrada	Operador y parámetros		FC salida	Observaciones
		Placement Properties= 'On the line'		
se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos		se89_10_clima_temperaturamedianual_g_x se89_10_clima_temperaturamedianual_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturamedianual_g_x se89_10_clima_temperaturamedianual_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Millimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Península' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'		se89_10_clima_temperaturamedianual_m_x se89_10_clima_temperaturamedianual_m_y	
			se89_10_clima_temperaturamedianual_l_x se89_10_clima_temperaturamedianual_a_x se89_10_clima_temperaturamedianual_m_x se89_10_clima_temperaturamedianual_g_x se89_10_clima_temperaturamedianual_l_y se89_10_clima_temperaturamedianual_a_y se89_10_clima_temperaturamedianual_m_y se89_10_clima_temperaturamedianual_g_y	

Cartografía SIANE. Instituto Geográfico Nacional.

Explicación:

- En este documento se listan en orden cronológico los procesos realizados desde los **datos de partida**, hasta **cada FC temática (o FC base modificada) objetivo**, según la ficha de redacción cartográfica. El objetivo de esta ficha es que un operador independiente, pueda repetir el proceso para actualización de la FC, control de calidad, etc.

- Cada fila de la tabla representa un proceso, cuyo operador puede ser una herramienta de ArcGIS, un modelo (conjunto de herramientas), o un script.

- Para los nombres de las FC, no es necesario seguir las normas de nomenclatura, salvo para la(s) FC(s) de salida final(es).

- En el campo “Operador y parámetros” usar el nombre de la herramienta, modelo o script y respectivos parámetros, tal y como aparecen en ArcGIS.

Los parámetros aparecerán tabulados con una sangría respecto al operador. Sólo se indicarán aquellos que sean distintos respecto a cómo aparecen por defecto.

Si se trata de un modelo o un script, indicarlo antes de escribir su nombre, indicar su versión y, si no existe en los proporcionados por el ANE, adjuntarlo a este documento (formato tbx para el modelo, py para el script).

Siempre es preferible usar las herramientas de ArcToolbox ya que son programables en un modelo/script. Es decir mejor usar Select de ArcToolbox, que Select by attributes de ArcMap, o por ejemplo CalculateField de ArcToolbox, que Field Calculator de ArcMap. En cualquier caso se indicará lo que se haya empleado, aunque la forma de presentarlo puede cambiar ligeramente.

Para los operadores que se corresponden con la topología, se indicará el código que aparece en las normas (apartado Relaciones topológicas del documento Normas mapas SIANE.docx) y el nombre de las FC afectadas.

- Si con la aplicación de un proceso se crean varias ramas, será posible seguir la traza por el nombre de las FC. Si hay muchos procesos que hacen que la lectura de la ficha sea muy compleja, o son procesos muy repetitivos, se puede crear con todos ellos un modelo o script, de forma que todos se reduzcan a un solo proceso. Ejemplo: modelo “Generalización 4 - Agregar polígonos aislados”.

- Es necesario almacenar las diversas FC de salida de cada proceso.

- Se marcará la celda de la FC de salida final (la indicada en la ficha de redacción).

- Cualquier incidencia o comentario en cada paso del proceso, se anotará en el campo “Observaciones”. Por ejemplo, una explicación para el correcto uso de una herramienta si no es evidente su uso con la documentación (ojo, esto no es un manual), pruebas realizadas, etc.

- Este fichero se guardará junto con el de especificaciones con el nombre del mapa seguido de “_procesos.docx”

- Los ejemplos de la plantilla son arbitrarios, no responden a un caso real, por lo que no siguen el orden cronológico solicitado.

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14668 (Temperatura media de enero)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TT01_PVB.tif TT01_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde -7,5 a 22,5 Valores para curvas de nivel= desde -10 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '700 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tt01 Isolineas_tt01_can Poligonos_tt01 Poligonos_tt01_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 800 La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda
Isolineas_tt01 Isolineas_tt01_can Poligonos_tt01 Poligonos_tt01_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_a_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y se89_10_clima_temperaturamedienero_l_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y	
se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5'	se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y	

FC entrada	Operador y parámetros		FC salida	Observaciones
		Placement Properties= 'On the line'		
se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos		se89_10_clima_temperaturamedienero_g_x se89_10_clima_temperaturamedienero_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturamedienero_g_x se89_10_clima_temperaturamedienero_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'		se89_10_clima_temperaturamedienero_m_x se89_10_clima_temperaturamedienero_m_y	
			se89_10_clima_temperaturamedienero_l_x se89_10_clima_temperaturamedienero_a_x se89_10_clima_temperaturamedienero_m_x se89_10_clima_temperaturamedienero_g_x se89_10_clima_temperaturamedienero_l_y se89_10_clima_temperaturamedienero_a_y se89_10_clima_temperaturamedienero_m_y se89_10_clima_temperaturamedienero_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14668 (Temperatura media de enero)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TT07_PVB.tif TT07_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 2,5 a 32,5 Valores para curvas de nivel= desde 2,5 a 35 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '600 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tt07 Isolineas_tt07_can Poligonos_tt07 Poligonos_tt07_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 700 800
Isolineas_tt07 Isolineas_tt07_can Poligonos_tt07 Poligonos_tt07_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_a_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y se89_10_clima_temperaturamedijulio_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y	
se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5'	se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y	

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
	Placement Properties= 'On the line'		
se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_temperaturamedijulio_g_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturamedijulio_g_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_temperaturamedijulio_m_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_m_y	
		se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_a_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_m_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_g_x se89_10_clima_temperaturamedijulio_l_y se89_10_clima_temperaturamedijulio_a_y se89_10_clima_temperaturamedijulio_m_y se89_10_clima_temperaturamedijulio_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14667 (Temperatura máxima absoluta)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TXABS_PVB.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 2,5 a 50 Valores para curvas de nivel= desde 0 a 50 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '700 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_txabs Poligonos_txabs	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 600 650 800 La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda
TXABS_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '500' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '8' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 2,5 a 50 Valores para curvas de nivel= desde 0 a 50 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de	Isolineas_txabs_can Poligonos_txabs_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 250 Pruebas (Radius): 16 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 600 800

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
	<p>vértices= '700 meters'</p> <p>Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY'</p> <p>Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters'</p> <p>Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#'</p> <p>Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '700 Meters'</p> <p>Entidad de recorte= 'se89_10_admin_ccaa_a'</p> <p>Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'</p>		
Isolineas_txabs Isolineas_txabs_can Poligonos_txabs Poligonos_txabs_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_a_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y se89_10_clima_temperaturamaximaabs_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y	
se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y	
se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_temperaturamaximaabs_g_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturamaximaabs_g_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_temperaturamaximaabs_m_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_m_y	
		se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_a_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_m_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_g_x se89_10_clima_temperaturamaximaabs_l_y se89_10_clima_temperaturamaximaabs_a_y se89_10_clima_temperaturamaximaabs_m_y se89_10_clima_temperaturamaximaabs_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14670 (Temperatura media de las máximas de enero)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TX01_PYB.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde -5 a 25 Valores para curvas de nivel= desde -5 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '700 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tx01 Poligonos_tx01	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 800 La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porqu ArcMap elimina los ceros a la izquierda
TX01_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde -5 a 25 Valores para curvas de nivel= desde -5 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de	Isolineas_tx01_can Poligonos_tx01_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 700 800

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
	<p>vértices= '700 meters'</p> <p>Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY'</p> <p>Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters'</p> <p>Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#'</p> <p>Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '600 Meters'</p> <p>Entidad de recorte= 'se89_10_admin_ccaa_a'</p> <p>Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'</p>		
Isolineas_tx01 Isolineas_tx01_can Poligonos_tx01 Poligonos_tx01_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_a_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y se89_10_clima_temperaturamaxenero_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y	
se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y	
se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_temperaturamaxenero_g_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturamaxenero_g_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_temperaturamaxenero_m_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_m_y	
		se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_a_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_m_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_g_x se89_10_clima_temperaturamaxenero_l_y se89_10_clima_temperaturamaxenero_a_y se89_10_clima_temperaturamaxenero_m_y se89_10_clima_temperaturamaxenero_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14671 (Temperatura media de las máximas de julio)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TX07_PYB.tif TX07_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '500' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '8' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 2,5 a 22,5 Valores para curvas de nivel= desde 0 a 22,5 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '800 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tx07 Isolineas_tx07_can Poligonos_tx07 Poligonos_tx07_can	Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 700
Isolineas_tx07 Isolineas_tx07_can Poligonos_tx07 Poligonos_tx07_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_x se89_10_clima_temperaturamaxjulio_a_x se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_y se89_10_clima_temperaturamaxjulio_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_x se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_x se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_y	
se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_x se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5'	se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_x se89_10_clima_temperaturamaxjulio_l_y	

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
	Placement Properties= 'On the line'		
se89_10_clima_ temperatura_max julio _l_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_ temperatura_max julio _g_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_ temperatura_max julio _g_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Millimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Península' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_ temperatura_max julio _m_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _m_y	
		se89_10_clima_ temperatura_max julio _l_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _a_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _m_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _g_x se89_10_clima_ temperatura_max julio _l_y se89_10_clima_ temperatura_max julio _a_y se89_10_clima_ temperatura_max julio _m_y se89_10_clima_ temperatura_max julio _g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14666 (Temperatura mínima absoluta)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TNABS_PYB.tif TNABS_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde -35 a 2,5 Valores para curvas de nivel= desde -37,5 a 5 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '650 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tnabs Isolineas_tnabs_can Poligonos_tnabs Poligonos_tnabs_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 300 500 Pruebas (Radius): 4 cell 12 cell 16 cell Prueba (Tolerancia de simplificación de curvatura): 5000 Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 500 600 700 800 La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda.
Isolineas_tnabs Isolineas_tnabs_can Poligonos_tnabs Poligonos_tnabs_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_emperaturaminimaabs_a_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y se89_10_clima_emperaturaminimaabs_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology' Cambio manual del intervalo de 0 a 2,5 poner en el atributo 'val_inf' 0 en lugar de 9 y recalcular atributo interv
se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y	

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y	
se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_temperaturaminimaabs_g_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturaminimaabs_g_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_temperaturaminimaabs_m_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_m_y	
		se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_a_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_m_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_g_x se89_10_clima_temperaturaminimaabs_l_y se89_10_clima_temperaturaminimaabs_a_y se89_10_clima_temperaturaminimaabs_m_y se89_10_clima_temperaturaminimaabs_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14672 (Temperatura media de las mínimas de enero)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TN01_PYB.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde -15 a 20 Valores para curvas de nivel= desde -15 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '800 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_ tn01 Poligonos_ tn01	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 700 La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda
TN01_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '250' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '16' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde -15 a 20 Valores para curvas de nivel= desde -15 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de	Isolineas_ tn01_can Poligonos_ tn01_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 500 Pruebas (Radius): 8 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 600 700 800

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
	<p>vértices= '700 meters'</p> <p>Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY'</p> <p>Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters'</p> <p>Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#'</p> <p>Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '650 Meters'</p> <p>Entidad de recorte= 'se89_10_admin_ccaa_a'</p> <p>Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'</p>		La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda
Isolineas_tn01 Isolineas_tn01_can Poligonos_tn01 Poligonos_tn01_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y se89_10_clima_temperaturaminenero_a_x se89_10_clima_temperaturaminenero_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y	
se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y	
se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_temperaturaminenero_g_x se89_10_clima_temperaturaminenero_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturaminenero_g_x se89_10_clima_temperaturaminenero_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_temperaturaminenero_m_x se89_10_clima_temperaturaminenero_m_y	
		se89_10_clima_temperaturaminenero_l_x se89_10_clima_temperaturaminenero_a_x se89_10_clima_temperaturaminenero_m_x se89_10_clima_temperaturaminenero_g_x se89_10_clima_temperaturaminenero_l_y se89_10_clima_temperaturaminenero_a_y se89_10_clima_temperaturaminenero_m_y se89_10_clima_temperaturaminenero_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14673 (Temperatura media de las mínimas de julio)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
TN07_PYB.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '500' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= 'g' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 0 a 25 Valores para curvas de nivel= desde 0 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '700 Meters' Entidad de recorte= 'se89_10_aux_penbal_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	Isolineas_tn07 Poligonos_tn07	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 250 Pruebas (Radius): 16 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 600 700 La reclasificación del intervalo 0 a 2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda
TN07_CAN.tif	Model Builder: Clima.tbx: Mapa de Isolineas Tamaño de celda raster de salida XY= '500' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= 'g' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 0 a 25 Valores para curvas de nivel= desde 0 a 25 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de	Isolineas_tn07_can Poligonos_tn07_can	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 250 Pruebas (Radius): 16 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 600 800 La reclasificación del intervalo 0 a

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
	<p>vértices= '700 meters'</p> <p>Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY'</p> <p>Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters'</p> <p>Expresión para fecha de alta= '#2010-12-15#'</p> <p>Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '800 Meters'</p> <p>Entidad de recorte= 'se89_10_admin_ccaa_a'</p> <p>Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'</p>		2,5 se debe poner con valor 9000250 porque ArcMap elimina los ceros a la izquierda
Isolineas_tn07 Isolineas_tn07_can Poligonos_tn07 Poligonos_tn07_can	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y se89_10_clima_temperaturaminjulio_a_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology'
se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y	Creación del atributo 'rotulo' de tipo Text, 60	se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y	
se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y	
se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_clima_temperaturaminjulio_g_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_clima_temperaturaminjulio_g_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Milimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula' y 'ETRS 1989 Lambert ANE Canarias'	se89_10_clima_temperaturaminjulio_m_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_m_y	
		se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_a_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_m_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_g_x se89_10_clima_temperaturaminjulio_l_y se89_10_clima_temperaturaminjulio_a_y se89_10_clima_temperaturaminjulio_m_y se89_10_clima_temperaturaminjulio_g_y	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14674 (Temperatura media en la superficie del mar)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
Temp_0m_anual.nc Temperatura_anual_Canarias.nc	Make NetCDF Raster Layer Variable= 'temperature' X Dimension= 'lon' Y Dimension= 'lat'	temperature_Layer temperature_sea_Canarias	
temperature_Layer temperature_sea_Canarias	Export Data	Temperature_sea temperature_sea_Canarias	En el desplegable del botón derecho
Temperature_sea temperature_sea_Canarias	Model Builder: Agua.tbx: Mapa de Isolineas del mar Tamaño de celda raster de salida XY= '0,12' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '2' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 12,5 a 20,5 Valores para curvas de nivel= desde 13,5 a 20,5 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2013-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '6000 Meters' Entidad de recorte= 'cartosiane.ane.se89_10_hidro_mar_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_a_y se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 0,0625 0,16 Pruebas (Radius): 1 cell 3 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 800 3000 4000 5000 Equidistancia cada 0,5ºC
se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_a_y	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology' y 'Editor'

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y		se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	
se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	Crear atributo 'rotulo' de tipo Text, 60 Crear atributo 'valor' de tipo Double (copiar datos de 'Contour')	se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	
se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	
se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_agua_temperaturamediasup_g_x se89_10_agua_temperaturamediasup_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_agua_temperaturamediasup_g_x se89_10_agua_temperaturamediasup_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Millimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= 'ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula'	se89_10_agua_temperaturamediasup_m_x se89_10_agua_temperaturamediasup_m_y	
se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x se89_10_agua_temperaturamediasup_g_x se89_10_agua_temperaturamediasup_m_x se89_10_agua_temperaturamediasup_l_y se89_10_agua_temperaturamediasup_a_y se89_10_agua_temperaturamediasup_g_y se89_10_agua_temperaturamediasup_m_y	FISICO_3.mxd añadir simbología	se89_10_agua_temperaturamediasup_l_x se89_10_agua_temperaturamediasup_a_x se89_10_agua_temperaturamediasup_g_x se89_10_agua_temperaturamediasup_m_x	

Procesos cartográficos para los distintos tipos de objetos geográficos (FC)

Id. SIANE (mapa): 14675 (Salinidad media en la superficie del mar)
Herramienta y versión: ArcGIS 10.3.1

FCEntrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
Psal_0m_anual.nc Salinidad_anual_Canarias.nc	Make NetCDF Raster Layer Variable= 'temperature' X Dimension= 'lon' Y Dimension= 'lat'	salinity_Layer salinity_sea_Can	
salinity_Layer salinity_sea_Can	Export Data	salinity_sea_penbal salinity_sea_Can	En el desplegable del botón derecho
salinity_sea_penbal salinity_sea_Can	Model Builder: Agua.tbx: Mapa de Isolineas del mar Tamaño de celda raster de salida XY= '0,06' Técnica de remuestreo= 'Cubic' Tipo de vecindad= 'Circle' Radius= '2' Units= 'Cell' Valores de reclasificación= desde 33,5 a 39,5 Valores para curvas de nivel= desde 33,5 a 39,5 Algoritmo de simplificación por eliminación de vértices= 'POINT_REMOVE' Tolerancia de simplificación por eliminación de vértices= '700 Meters' Algoritmo de simplificación de curvatura= 'BEND_SIMPLIFY' Tolerancia de simplificación de curvatura= '4000 Square Meters' Expresión para fecha de alta= '#2013-12-15#' Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos= '4000 Meters' Entidad de recorte= 'cartosiane.ane.se89_10_hidro_mar_a' Tolerancia XY de recorte= '1 Meters'	se89_10_agua_salinidadmediasup_a_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_a_y se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	Pruebas (Tamaño de celda raster de salida XY): 0,10 0,12 Pruebas (Radius): 3 cell Pruebas (Tolerancia XY para integración de líneas y polígonos): 5000 6000 Pruebas (Tolerancia de simplificación de curvatura): 3000 Equidistancia cada 0,5 psu
se89_10_agua_salinidadmediasup_a_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_a_y	Edición y corrección manual de elementos no coincidentes entre líneas y polígonos	se89_10_agua_salinidadmediasup_a_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_a_y	Se emplea la barra de herramientas de 'Topology' y 'Editor'

Cartografía SIANE. Instituto Geográfico Nacional.

FC entrada	Operador y parámetros	FC salida	Observaciones
se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y		se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	
se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	Crear atributo 'rotulo' de tipo Text, 60 Crear atributo 'valor' de tipo Double (copiar datos de 'Contour')	se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	
se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	Etiquetado automático de ArcMap Text String= 'rotulo' Text Symbol= 'Futura Bk Bt' '5' Placement Properties= 'On the line'	se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	
se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y	Conversión de etiquetas a anotaciones y colocación de rótulos	se89_10_agua_salinidadmediasup_g_x se89_10_agua_salinidadmediasup_g_y	A escala 10M Añadir atributos fecha_alta y fecha_baja
se89_10_agua_salinidadmediasup_g_x se89_10_agua_salinidadmediasup_g_y	Feature Outline Masks Margin= '0,2 Millimeters' Transfer Attributes= 'ALL' Calculation coordinate system= "ETRS 1989 Lambert ANE Peninsula'	se89_10_agua_temperaturamediasup_m_x se89_10_agua_salinidadmediasup_m_y	
se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_a_x se89_10_agua_salinidadmediasup_g_x se89_10_agua_salinidadmediasup_m_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y se89_10_agua_salinidadmediasup_a_y se89_10_agua_salinidadmediasup_g_y se89_10_agua_salinidadmediasup_m_y	FISICO_3.mxd añadir simbología	se89_10_agua_salinidadmediasup_l_x se89_10_agua_salinidadmediasup_a_x se89_10_agua_salinidadmediasup_g_x se89_10_agua_salinidadmediasup_m_x se89_10_agua_salinidadmediasup_l_y se89_10_agua_salinidadmediasup_a_y se89_10_agua_salinidadmediasup_g_y se89_10_agua_salinidadmediasup_m_y	

3. FICHEROS DE CONTROL DE CALIDAD

Los archivos sobre control de calidad que se incluyen aquí son sobre la calidad en la FC de los mapas digitales y sobre la calidad visual de los mapas de papel.

El control visual se realiza durante todo el proceso para asegurar un buen resultado de las capas vectoriales. El control de la FC se realiza tras finalizar los mapas y una vez obtenido en formato **.pdf*.

Los dos ficheros de control de calidad en formato **.docx* que se adjuntan son los siguientes:

- Calidad_visual
- Calidad_FC

Calidad cartográfica visual

(Aquí se indican algunos de los controles pero este documento no es formal, está pendiente de formalizar y completar)

Id control	Subelemento de calidad (ISO 19113)	Tarea general	Control	Test / Observaciones	Cumplimiento (S / N / N_A)
10	Representación cartográfica (no ISO)	3	Que no existen picos debido a los procesos de generalización. Método: visual sobre copia impresa.		
20	Representación cartográfica (no ISO)	3	Que no existan líneas o bordes de áreas con formas que produzcan entidades emborronadas difíciles de visualizar con nitidez a la escala del mapa. Significaría que la FC no está adecuadamente generalizada. Método: visual sobre copia impresa.		
30	Representación cartográfica (no ISO)	3	Que no existen polígonos o partes de polígonos demasiado estrechos, o pasillos entre polígonos demasiado estrechos . Método: visual sobre copia impresa, o bien, para detectar todos los casos y no tener que medir de forma manual, usar <i>Calidad – Caminos estrechos</i> para el primer caso, y la combinación, script <i>FC inversa áreas</i> y modelo <i>Calidad – Caminos estrechos</i> , para el segundo.		
40	Omisión / Comisión	3	Que no falten ni sobren objetos geográficos respecto a los datos fuente (comparación del número de entidades con el original). A este respecto, deben tenerse en cuenta los procesos de generalización que hayan existido (consultar documento “_procesos”). Método: visual sobre pantalla y/o sobre copia impresa.		
50	Corrección de la clasificación	3	Que los datos representados se asemejan a los datos fuentes para los atributos objeto del mapa, pero a la escala de representación en <i>cartosiane</i> (comparación de la clasificación temática con el original). Método: visual sobre pantalla o sobre copia impresa, con la simbolización igual para los datos fuente que para los datos derivados.		

Id contro l	Subelemento de calidad (ISO 19113)	Tarea genera l	Control	Test / Observaciones	Cumpl e (S / N / N_A)
200	Representació n cartográfica (no ISO)	3	Que la simbología es adecuada a la escala de representación. Método: visual sobre pantalla o sobre copia impresa.		

Control de calidad mapas cualitativos SIANE
Instituto Geográfico Nacional

Fecha: Id. mapa: FC/raster: nombre_fc_1 nombre_fc_2 ...	12-05-2017	<p>Requisitos para realizar el control:</p> <ul style="list-style-type: none">- Tener acceso a ArcGIS con licencia ArcEditor/Standard- Entender los documentos: <i>Normas mapas SIANE.docx</i>, <i>Metadatos SIANE.docx</i>, <i>Procedimientos SIANE calidad cualitativos.docx</i>, <i>Procedimientos SIANE edición - comunes.doc</i>, <i>Procedimientos SIANE edición - ign.doc</i>- Disponer de los documentos de “_especificaciones” y de “_procesos” del mapa.- Disponer una copia local o en red de los datos a controlar (datos_tematicos.gdb y, si hay, ficheros raster)- Disponer de acceso a los datos fuente (<i>carto_fuentes</i> o carpeta <i>fuentes</i> de cada mapa) <p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Si todos los controles se superan, se da la conformidad con S (si) en el apartado Conformidad.- Si un control no es aplicable, se indica un guion.- La lista de controles puede ayudar, pero no es referencia, ni orden de elaboración de contenidos.- No se realizan controles de: “Exactitud de una medida de tiempo”, “Consistencia temporal”, “Exactitud relativa o interna”.	Conformidad Control realizado por:	Cumple S / N
---	------------	--	---	------------------------

Ficha de controles de calidad

Subelemento de calidad (ISO 19113)	Id control	Control	Test / Observaciones	Cumple S / N / -
Consistencia conceptual	300.01	Que la carpeta fuentes y las especificaciones están separadas de los datos elaborados por el operador. La carpeta fuentes debe contener datos del suministrador con la estructura establecida en las normas: <ul style="list-style-type: none">- Separación de ficheros originales de tratados.- Sin duplicidades aunque las fuentes apliquen a varios mapas.- Las carpetas “fuentes” o “tratado” no tienen un nombre distinto a ese.		
Consistencia conceptual	310.01	Que la carpeta auxiliares no contiene ni datos fuente, ni datos procesados durante la elaboración del mapa (datos_tematicos.gdb), sino más bien datos antiguos relativos al mapa (una edición o trabajo anterior), backups, ficheros relacionados,... No tiene por qué existir.		
Consistencia conceptual	320.01	Que el identificador del recurso de DefineANE, del Gestor de contenidos y de la carpeta del mapa, se refieren al mismo recurso.		
Consistencia del formato		Que las FC/tablas y atributos tengan el formato adecuado según las normas.		
	330.01	Comprobar que las FC están almacenadas en una geodatabase File 10.3 .		
	330.02	Comprobar que: Las FC están siempre dentro de algún dataset temático (FC temáticas), o base (FC base modificadas). Los raster, en ficheros TIF+TFW o GEOTIFF , fuera de la geodatabase, junto a ella.		
	330.03	Comprobar que los nombres de las FC/tablas/raster son correctos según las normas. Ver también normas de nomenclatura general. Comprobar que los nombres de los atributos de las FC/tablas son correctos, así como el tipo de valor en base de datos, según las normas (en el caso de los atributos, parte de las normas están en la tabla catalogo_atr). Comprobar que los nombres de los dataset base (para FC base modificadas) y temáticos (para FC temáticas) son correctos según las normas.		

Control de calidad mapas cualitativos SIANE Instituto Geográfico Nacional

Subelemento de calidad (ISO 19113)	Id control	Control	Test / Observaciones	Cumple S / N / -
	330.06	Si el campo tiene dominio , comprobar: Nomenclatura: según normas, y además verificar que no hay dominios repetidos (MiDominio y MiDominio_1) porque ArcGIS los haya duplicado al copiar datos entre geodatabases. Esto indicaría que ArcGIS ha detectado que entre las dos geodatabases hay dos dominios con el mismo nombre, pero distintos valores. Valores del dominio: los valores del dominio no deben encontrarse en otro dominio previamente definido, salvo casos excepcionales (reutilizar dominios previamente definidos).		
	330.07	Si existen FC para Península (*) y para Canarias (*v), verificar si son fusionables.		
Omisión / Comisión	340.01	Que no hay dataset vacíos en la base de datos datos_tematicos.gdb, y todas las FC están dentro de un dataset.		
Omisión / Comisión		Que no falten ni sobren tipos de objetos geográficos (FC) o atributos.		
	350.01	Comprobar que existen las FC necesarias según las especificaciones. En este momento es bueno revisar si el modelo de tablas de base de datos elegido es o no el adecuado.		
	350.02	Comprobar que existen los atributos necesarios según la característica “Obligación” definida en el documento Normas mapas SIANE.docx.		
Consistencia del dominio		Que todos los valores de cada campo estén dentro de los valores posibles (dominio). Puede que sea necesario acudir a la documentación de los datos fuente (diccionario de datos) para ver el significado de los campos y el conjunto de valores que pueden tomar.		
	360.02	Comprobación para atributos con listas cerradas de valores (Dominios ArcGIS).		
Validez temporal / Corrección de atributos no cuantitativos / Exactitud de atributos cuantitativos	370.01	Que los atributos están correctamente rellenos (contenido, no formato). Ver: - Descripción y Comentarios para los atributos del documento <i>Normas mapas SIANE.docx</i> . - Apartado “Falta de valores en los atributos” en <i>Normas mapas SIANE.docx</i> . - Tabla <i>catalogo_atr de cartosiane</i> . - Apartado “Criterios generales para el diseño de las FC” en el documento “Procedimientos SIANE edición cartografía - comunes.doc”.		
Omisión / Comisión / Consistencia conceptual		Que no falten ni sobren asociaciones entre FC y/o tablas de datos alfanuméricos y que estén bien formadas.		
	380.01	Comprobar que existen las FC de los dos lados de la asociación según las especificaciones.		
	380.02	Comprobar que la conexión entre los registros es conceptualmente correcta.		
	380.03	Comprobar que los campos clave primaria y ajena son del mismo tipo .		
	380.04	Comprobar que no existan registros no conectados .		

Control de calidad mapas cualitativos SIANE Instituto Geográfico Nacional

Subelemento de calidad (ISO 19113)	Id control	Control	Test / Observaciones	Cumple S / N / -
Exactitud absoluta o externa / Exactitud posicional de datos en malla		Que el sistema de referencia de las FC/raster sea correcto y los datos encajen con las FC base.		
	390.01	Comprobar que XY Coordinate System es GCS ETRS 1989 en el caso de de FC de España o Europa, y GCS WGS 1984 en el caso de FC del mundo.		
	390.02	Comprobar la etiqueta del sistema de referencia en el nombre de la FC: e89 en España/Europa y w84 en FC del mundo.		
	390.03	Visual en pantalla para ver que no hay elementos extraños a nivel de ubicación espacial .		
Representación cartográfica (no ISO)	400.01	Que el paso de malla es adecuado, en función de la resolución geométrica.		
Representación cartográfica (no ISO)	410.01	Que no existen polígonos con una superficie inferior a la resolución geométrica superficial. No debería haber ningún caso.		
Representación cartográfica (no ISO)	420.01	Que no existen, o existen pocos segmentos con una longitud inferior a la resolución geométrica lineal (detalle de las líneas), tanto en FC de áreas como en FC de líneas.		
Consistencia topológica		Que la topología se ha creado según las normas.		
	430.01	Comprobar que las reglas elegidas y descritas en el documento de “_procesos” son las adecuadas a los datos temáticos y además que están bien aplicadas .		
Representación cartográfica (no ISO)	440.01	Que la simbología centralizable , está trasladada correctamente a <i>carto_librerías</i> .		

ANEXO III: PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO

En este anexo se aborda el planeamiento y la programación que se ha seguido durante la elaboración del presente proyecto.

1. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO

Las actividades del proyecto se organizan según tres bloques: planificación, elaboración y documentación del proyecto. A su vez, estos bloques se dividen en fases y estas en subfases generales. Esta última división contiene a su vez tareas.

Tabla 4: Desglose completo de fases, subfases y tareas según bloques.

Bloque	Fase	Subfase	Tarea
Planificación del proyecto			
			Planeamiento del proyecto
			Definición del proyecto
			Propuesta del proyecto
			Aprobación del plan inicial
Elaboración del proyecto			
			Procesos previos
			Adecuación de los formatos
			Lectura de documentación de procesos en el ANE
			Estudio previo de la información ráster
			Revisión bibliográfica
			Procesamiento de datos
			Pruebas con las funciones focales de ArcGIS
			Búsqueda de información para los procesos
			Pruebas de diversas herramientas de ArcGIS
			Agregación, <i>merge</i> , isotermas...
			Limpieza de áreas del mapa
			Revisión visual de los resultados parciales
			Establecimiento de un flujo de trabajo
			Creación de un flujo de trabajo con la herramienta <i>Model Builder</i>
			Creación de la herramienta
			Pruebas de creación de mapas
			Redacción de la ayuda de la herramienta
			Edición manual de los mapas
			Obtención de las capas vectoriales con la herramienta
			Adecuación de capas vectoriales

Simbología y tablas de color
Composición de la cartela
Redacción de documentos adjuntos al mapa
Fichero de procesos y carpetas de trabajo
Control de calidad
Pruebas de impresión
Controles de geometría y atributos según normativa del ANE
Correcciones finales
Revisión del producto final por la fuente
Documentación del proyecto
Redacción de la documentación del proyecto
Impresión de la documentación

2. PAUTA TEMPORAL DEL PROYECTO

En función de las fases desarrolladas y detalladas en el punto anterior, se desglosa en la siguiente tabla cada tarea asociándola con el tiempo de ejecución de cada una de ellas.

Tabla 5: Pauta temporal de los bloques del proyecto.

Bloque	Fase	Subfase	Tarea	Duración
Planificación del proyecto				9 Días
			Planeamiento del proyecto	3 Días
			Definición del proyecto	1 Días
			Propuesta del proyecto	2 Días
			Aprobación del plan inicial	6 Días
Elaboración del proyecto				146 Días
			Procesos previos	11 Días
			Adecuación de los formatos	1 Días
			Lectura de documentación de procesos en el ANE	3 Días
			Estudio previo de la información ráster	2 Días
			Revisión bibliográfica	5 Días
			Procesamiento de datos	123 Días
			Pruebas con las funciones focales de ArcGIS	6 Días
			Búsqueda de información para los procesos	7 Días
			Pruebas de diversas herramientas de ArcGIS	30 Días
			Agregación, <i>merge</i> , isotermas...	12 Días
			Limpieza de áreas del mapa	10 Días
			Revisión visual de los resultados parciales	8 Días

Establecimiento de un flujo de trabajo	15	Días
Creación de un flujo de trabajo con la herramienta Model Builder	38	Días
Creación de la herramienta	20	Días
Pruebas de creación de mapas	15	Días
Redacción de la ayuda de la herramienta	3	Días
Edición manual de los mapas	26	Días
Obtención de las capas vectoriales con la herramienta	6	Días
Adecuación de capas vectoriales	6	Días
Simbología y tablas de color	5	Días
Composición de la cartela	9	Días
Redacción de documentos adjuntos al mapa	1	Días
Fichero de procesos y carpetas de trabajo	1	Días
Control de calidad	12	Días
Pruebas de impresión	4	Días
Controles de geometría y atributos según normativa del ANE	2	Días
Correcciones finales	2	Días
Revisión del producto final por la fuente	4	Días
Documentación del proyecto	46	Días
Redacción de la documentación del proyecto	42	Días
Impresión de la documentación	4	Días

ANEXO IV: PRESUPUESTO

El presente apartado desarrolla una valoración económica aproximada del coste que supone la realización de este TFM. Asimismo, se plantean los recursos materiales y las instalaciones utilizadas para la producción del TFM.

Se realiza un desglose según las fases y subfases del proyecto, teniendo en cuenta en cada una de ellas el instrumental empleado, los recursos humanos, las instalaciones, etc. A través del coste de todas las fases, teniendo en cuenta el valor económico de cada actividad, se calcula el coste total del proyecto. El presupuesto se apoya en la planificación temporal que aparece en el *Anexo III: Planificación temporal del proyecto*.

A continuación, se establecen una serie de consideraciones contables que se han tenido en cuenta para obtener el coste final mostrado en el presente documento:

- Las licencias informáticas pueden ser de uso indefinido o de uso temporal. En el primer caso, se considera una inversión amortizable entre cuatro y ocho años que puede sufrir actualizaciones anuales, en cuyo caso, dichas actualizaciones serían un gasto a periodificar en doce meses. En el segundo caso, es un gasto periodificable a un año. De igual manera, en este caso, los equipos informáticos son una inversión amortizable a cinco años.
- Se entiende por coste el valor monetario de los factores de producción necesarios para la fabricación y salida de un producto. Estos costes pueden ser fijos o variables, pudiéndose considerar además como directos o indirectos.

La valoración final está compuesta por costes fijos (licencias, ordenadores, gastos de administración, etc.), costes variables (mano de obra, materiales, derivados de la fabricación o ejecución de fases) y coste final (la suma de los anteriores más el beneficio empresarial y los impuestos).

El presente proyecto se ha llevado a cabo mediante unas prácticas curriculares de la ETSI de Topografía, Geodesia y Cartografía en convenio con el Instituto Geográfico Nacional. Debido a estas características particulares, el trabajo se ha desarrollado en dos fases de gabinete diferenciables. La primera fase consistió en la creación del flujo de trabajo, metodología y automatización de la herramienta creada, dentro de las instalaciones del IGN en una jornada laboral de cinco horas al día. La segunda fase ha sido la documentación y redacción del proyecto, que se ha

llevado a cabo en ETSI de Topografía, y se considera una jornada de ocho horas empleando mañana y tarde. Para facilitar el cálculo del presupuesto, se halla la media entre las dos jornadas y se emplean las seis horas y media para la obtención de las horas de trabajo y los costes asociados.

1. RECURSOS MATERIALES

A continuación se realiza una lista con el diverso material de oficina que se ha empleado para la elaboración de este TFM.

Ordenador portátil Acer con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i5
- Memoria RAM de 8 GB
- Tarjeta gráfica NVIDIA de 2 GB.

Ordenador de mesa hp con sistema operativo Windows con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i3
- Memoria RAM de 6 GB.

Equipo auxiliar:

- Router WIFI
- Cable de red
- Impresoras.

Software empleado:

- ArcGIS 10.3 *for Desktop*, en concreto, la extensión ArcMap y ArcCatalog
- Adobe Acrobat PDF
- Microsoft Office 2010.

2. INSTALACIONES

El presente proyecto, como se ha comentado anteriormente, se ha llevado a cabo mediante unas prácticas curriculares de la ETSI de Topografía, Geodesia y Cartografía en convenio con el Instituto Geográfico Nacional. En consecuencia, las instalaciones empleadas son espacios de ambas corporaciones.

Algunas de las instalaciones utilizadas están situadas en el departamento de Cartografía Temática y Atlas Nacional del IGN, ubicado en la calle del General Ibáñez de Ibero, número 3, 28003 Madrid. El resto de instalaciones pertenecen a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía, ubicada en el Campus Sur de la Universidad Politécnica de Madrid, km 7 de la carretera de Valencia.

3. PRECIO UNITARIO DE LOS RECURSOS EMPLEADOS

En este apartado se tienen en cuenta recursos humanos y materiales que han sido necesarios para elaborar el TFM. Se establecen precios unitarios por mano de obra, estableciendo los precios por horas según la situación actual del mercado laboral. También, se desglosan los precios de los recursos materiales empleados diferenciando el material informático y el coste del uso de instalaciones.

Respecto a los recursos humanos y de cara a realizar una valoración más real, se ha hecho distinción en función del tipo de trabajo realizado dentro del proyecto, a pesar de que el TFM ha sido desarrollado en su totalidad por el único autor del mismo. El resultado se muestra la tabla siguiente:

Tabla 6: Desglose de precios de la mano de obra.

Recursos humanos - Concepto	Cantidad	Tiempo (h)	€/hora	Total (€)
Titulado graduado o máster	1	332	27,00	8.964,00
Técnico de edición	1	624	17,00	10.608,00
Técnico en control de calidad	1	78	19,00	1.482,00
Programador informático	1	273	20,00	5.460,00
TOTAL	4	1.307	-	26.514,00

A continuación, se desglosa el precio unitario por recursos materiales que han sido empleados en el proyecto. Estos recursos son, mayoritariamente, material informático aunque también se incluyen gastos por uso de instalaciones.

En esta ocasión, las licencias no aumentan el coste puesto que el IGN es quien las suministra y éstas se emplean para más proyectos. En consecuencia, el coste debiera distribuirse entre el resto de los trabajos y departamentos. Además, el cálculo del coste de la licencia es complejo ya que se necesitaría conocer temas administrativos y contables internos del IGN. Por ello, se ha decidido para simplificar, no incluirlos en el presente documento. No obstante, se tiene presente que el coste de licencias podría ser alto y que ello llevara a incrementar el presupuesto. La siguiente tabla

contiene la información desglosada de los precios unitarios para los recursos materiales empleados en el presente TFM.

Tabla 7: Desglose de precios unitarios para recursos materiales.

Recursos materiales	Concepto	Cantidad	€/Unidad	€/Mes	Total (€)
Equipo informático	CPU portátil Intel Core i5. RAM, 8MB	1	789,00	13,15	78,90
	CPU de mesa Intel Core i3. RAM, 6MB	1	659,00	10,98	65,90
	Impresora	2	249,00	4,15	49,80
	Licencias	-	-	-	-
Consumo de instalaciones	Energía eléctrica, calefacción, varios	6	142,00	-	852,00
TOTAL					1.046,60

4. PRESUPUESTO TOTAL

El coste total del proyecto, considerando un beneficio empresarial del diez por ciento y aplicando el Impuesto de Valor Añadido (IVA), asciende a treinta y seis mil seiscientos ochenta y tres euros con dieciséis céntimos tal y como muestra la tabla 8.

Tabla 8: Presupuesto final del proyecto.

Presupuesto	Parcial	Total (€)
Total		27.560,60
Beneficio empresarial (10%)	2.756,06	30.316,66
IVA (21%)	6.366,50	36.683,16
TOTAL con IVA		36.683,16